

Mon environnement
MA SANTÉ

ACTIVITÉS SCIENTIFIQUES.

DIRECTION DE SANTÉ PUBLIQUE
Centre intégré universitaire de santé et
de services sociaux de la Capitale-Nationale

Février 2019



LIMOILOU • VANIER • BASSE-VILLE

Québec 

Ce document est une réalisation de la Direction de santé publique du Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de la Capitale-Nationale.

Coordination

D^{re} Isabelle Goupil-Sormany, FRCPC, adjointe médicale au directeur de santé publique et coordonnatrice de l'équipe Santé et environnement

D^r François Desbiens, MPH, FRCPC, directeur de santé publique

Rédaction

M^{me} Nadine Allain-Boulé, M. Sc., M.B.A, agente de planification, de programmation et de recherche

M. Pierre Walsh, Ph. D., agent de planification, de programmation et de recherche

Collaborateurs

M^{me} Audrey Smargiassi, Ph. D., Direction de la santé environnementale et de la toxicologie, Institut national de santé publique du Québec

M. Stéphane Buteau, Ph. D., Direction de la santé environnementale et de la toxicologie, Institut national de santé publique du Québec

Remerciements

Membres du Comité scientifique du projet

Membres du Comité-conseil du projet

Révision linguistique et édition

M^{me} Fabienne Sasseville, réviseuse linguistique

M^{mes} Marie-Andrée Gagnon et Lina Bergeron, agentes administratives

Ce document est disponible intégralement en format électronique (PDF) sur le site Web du CIUSSS de la Capitale-Nationale au : www.ciusss-capitalnationale.gouv.qc.ca

La reproduction de ce document est permise, à condition d'en mentionner la source.

Dépôt légal : 2018

Bibliothèques et Archives nationales du Québec.

ISBN : 978-2-550-82979-9 (PDF)

Cette publication a été versée dans la banque SANTÉCOM.

Référence suggérée

Direction de santé publique. Projet « Mon environnement, ma santé » : volet de la qualité de l'air extérieur. Les activités scientifiques. Québec : Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de la Capitale-Nationale, 2018, 65 p.

© Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de la Capitale-Nationale, 2018.

Résumé

Le document « Les activités scientifiques » fait partie des productions écrites¹ du projet « Mon environnement, ma santé » (MEMS) : volet de la qualité de l'air extérieur (QAE). Il présente les activités scientifiques retenues pour répondre à la question de recherche principale du projet : « *Quelle est la part des problèmes de santé respiratoire et cardiovasculaire des citoyens des secteurs de Limoilou, Vanier et Basse-Ville attribuable à la pollution de l'air extérieur?* ».

Le projet comporte 4 axes d'interventions et de recherches qui encadrent sa réalisation selon des objectifs spécifiques. Le premier (axe I) inscrit le projet dans une démarche de concertation et de participation. Le Comité-conseil a été formé à cette fin. Il réunit des représentants des citoyens, des entreprises, de la municipalité et du gouvernement du Québec. Son rôle consiste à entendre les différents points de vue et à dégager des consensus sur l'orientation du projet. Un comité scientifique a aussi été formé pour soutenir l'équipe de projet du CIUSSS dans ses aspects techniques.

L'axe II intitulé « Description de la santé de la population et de son exposition aux contaminants atmosphériques » a entraîné l'élaboration de 6 projets ou activités scientifiques (activités n^{os} 1, 2a, 2b, 3, 4, 5). L'activité n^o 1 (« *Les inégalités sociales de santé dans Limoilou, Vanier et Basse-Ville* ») dresse un portrait des déterminants de santé (revenu, parcours scolaire, habitudes de vie, etc.), des maladies chroniques (maladies obstructives chroniques, asthme, cardiopathies ischémiques, etc.) et de la mortalité. L'activité n^o 2 est divisée en deux projets de caractérisation de l'exposition aux contaminants atmosphériques. Le projet 2a (« *Description spatiale des concentrations moyennes des contaminants atmosphériques émis par certaines sources industrielles* ») présentera une modélisation CALPUFF de la dispersion atmosphérique des émissions de certaines sources fixes industrielles qui sont rapportées à l'Inventaire national des rejets de polluants (INRP). Les contaminants visés sont le dioxyde d'azote (NO₂), les particules fines (PM_{2,5}) et le dioxyde de soufre (SO₂). Cet exercice permettra de caractériser l'exposition causée par certaines sources d'émissions industrielles, qui s'ajoute à celle provenant du niveau de fond de pollution. Le projet 2b (« *Description spatiale régionale des concentrations moyennes annuelles de PM_{2,5} et de NO₂* ») mettra à profit les images satellitaires pour évaluer la concentration et l'exposition moyenne à ces deux polluants à l'échelle de 1 km². L'activité n^o 3 (« *Variations spatiales du NO₂, PM_{2,5} et du bruit à l'aide d'un modèle de type Land use regression [LUR]* ») consiste en une évaluation de l'exposition à une échelle spatiale fine. Un modèle statistique sera élaboré à partir des caractéristiques d'occupation du sol et des données recueillies par des appareils portables d'analyse sur deux saisons et pour environ cinquante stations. Les activités n^o 4 et n^o 5 utilisent les données des stations d'échantillonnage existantes

¹ Les productions écrites du projet sont : 1) Devis et Activités scientifiques; 2) Cadrage du projet; 3) Bilan de la qualité de l'air dans une perspective santé; 4) Portrait des nuisances associées aux particules; 5) Rapport de projet final; 6) Recommandations. (Voir annexe 3 « devis » pour plus de détails).

du Réseau de surveillance de la qualité de l'air du Québec (RSQAQ), et des stations opérées par l'Administration portuaire de Québec (APQ). L'activité n° 4 (« *Concentration et composition chimique en métaux des particules en suspension totales [PST]* ») s'intéresse aux concentrations des particules en suspension totales (PST) et en neuf éléments métalliques. Quatre stations existantes du RSQAQ seront mises à profit et deux nouvelles stations ont été ajoutées pour couvrir des secteurs vulnérables. L'activité n° 5 (« *Concentrations des particules de taille inférieure à 2,5 µm [PM_{2,5}]* ») décrira les variations spatiales des PM_{2,5} à l'aide des six stations d'échantillonnage du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC) et de l'APQ réparties dans les territoires des Centres locaux de services communautaires (CLSC) de Limoilou – Vanier et Québec – Basse-Ville (LVBV) et ailleurs dans la ville de Québec et la région.

L'axe III (« *Estimation de l'influence des contaminants atmosphériques sur la santé* ») comporte deux projets dont la nature est analytique plutôt que descriptive. Les scientifiques responsables de l'activité n° 6 (« *Estimation de la part de l'incidence de l'asthme infantile et des décès par cardiopathie ischémique attribuable aux contaminants atmosphériques* ») utiliseront les résultats des activités n° 2 et n° 3 pour caractériser l'exposition aux contaminants, et se serviront du Système intégré de surveillance des maladies chroniques du Québec (SISMACQ) comme source d'information sur les statistiques de l'asthme et des cardiopathies ischémiques. Des fonctions de risques publiées dans la littérature seront utilisées pour déterminer les effets des polluants de l'air sur ces deux problèmes de santé. L'activité n° 7 (« *Comparaison de l'incidence de l'asthme infantile attribuable aux contaminants atmosphériques et à la fumée secondaire de tabac* ») propose une relativisation des effets de la pollution atmosphérique sur l'asthme par rapport à celle produite par l'exposition à la fumée secondaire du tabac.

L'axe IV (« *Évaluation et gestion du risque pour la santé* ») constitue l'étape finale du projet, soit d'identifier des options de gestion des risques relatifs à la pollution atmosphérique dans LVBV. Il s'agira de déterminer les mesures d'amélioration de la qualité de l'air qui entraîneront les plus grands bénéfices au niveau de la population. Ces recommandations seront élaborées en concertation avec les différentes parties prenantes et le Comité-conseil.

Table des matières

RÉSUMÉ	3
TABLE DES MATIÈRES	5
TABLE DES FIGURES	7
TABLE DES TABLEAUX	8
ACRONYMES ET ABRÉVIATIONS	9
1 INTRODUCTION	10
2 CONTEXTE	13
2.1 POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE	13
2.1.1 Sources d'émissions polluantes dans les territoires LVBV	13
2.1.2 Principaux contaminants atmosphériques	14
2.1.3 Bruit	16
2.1.4 Mesures d'exposition aux contaminants et au bruit	16
2.2 EFFETS SUR LA SANTÉ	17
2.2.1 Choix des contaminants étudiés	19
2.2.2 Impacts sanitaires du bruit environnemental	20
2.3 CONDITIONS SOCIOÉCONOMIQUES ET IMPACT DU CUMUL DES RISQUES POUR LA SANTÉ	21
3 QUESTION DE RECHERCHE PRINCIPALE, AXES D'INTERVENTION ET DE RECHERCHE DU PROGRAMME D'ACTIVITÉS ET PROCESSUS DE SÉLECTION DES ACTIVITÉS SCIENTIFIQUES	22
3.1 PROCESSUS DE SÉLECTION DES ACTIVITÉS SCIENTIFIQUES	23
4 ACTIVITÉS SCIENTIFIQUES	26
4.1 ACTIVITÉ N° 1 : LES INÉGALITÉS SOCIALES DE SANTÉ DANS LIMOILOU, VANIER ET BASSE-VILLE	26
4.2 ACTIVITÉS 2 : DESCRIPTION DE L'EXPOSITION AUX POLLUANTS DE L'AIR	28
4.2.1 Activité n° 2a : Description spatiale des concentrations moyennes des contaminants atmosphériques émises par les industries	28
4.2.2 Activité n° 2b : Description spatiale des concentrations moyennes annuelles de PM _{2,5} et de NO ₂	30
4.3 ACTIVITÉ N° 3 : VARIATIONS SPATIALES DU NO ₂ , PM _{2,5} ET DU BRUIT À L'AIDE D'UN MODÈLE DE TYPE LAND USE REGRESSION (LUR)	31
4.4 ACTIVITÉ N° 4 : CONCENTRATION ET COMPOSITION CHIMIQUE EN MÉTAUX DES PARTICULES EN SUSPENSION TOTALES (PST)	32
4.5 ACTIVITÉ N° 6 : ESTIMATION DE LA PART DE L'INCIDENCE DE L'ASTHME INFANTILE ET DES DÉCÈS PAR CARDIOPATHIE ISCHÉMIQUE ATTRIBUABLE AUX CONTAMINANTS ATMOSPHÉRIQUES	40
4.6 ACTIVITÉS N° 7 : COMPARAISON DE L'INCIDENCE DE L'ASTHME INFANTILE ATTRIBUABLE AUX CONTAMINANTS ATMOSPHÉRIQUES ET À LA FUMÉE SECONDAIRE DE TABAC	41
5 RAPPORT FINAL DU VOLET QUALITÉ DE L'AIR EXTÉRIEUR DE MEMS	43
6 CONCLUSION	45
7 RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	46
ANNEXE 1 - DEVIS	52
ANNEXE 2 - STRUCTURES DE GOUVERNANCE ET DE CONSULTATION	53
COMITÉ-CONSEIL	53

COMITÉ SCIENTIFIQUE-----	55
L'ÉQUIPE DE PROJET-----	56
ANNEXE 3 - BUDGET-----	57
ANNEXE 4 - 18 PROPOSITIONS INITIALES DES CHERCHEURS-----	61

Liste des figures

FIG. 1 -	AXES D'ACTIVITÉS DANS LE PROJET « MON ENVIRONNEMENT, MA SANTÉ »	22
FIG. 2 -	SCHÉMA DES ACTIVITÉS SCIENTIFIQUES RETENUES DANS LES AXES II ET III DU PROJET « MON ENVIRONNEMENT, MA SANTÉ » : VOLET QUALITÉ DE L'AIR EXTÉRIEUR	22
FIG. 3 -	INDUSTRIES ASSUJETTIES AUX DÉCLARATIONS À L'INVENTAIRE NATIONAL DES REJETS DE POLLUANTS (INRP) DANS LES TERRITOIRES DES CLSC LIMOILOU – VANIER ET QUÉBEC – BASSE-VILLE	29
FIG. 4 -	LOCALISATION DES STATIONS DE MESURE DE PM _{2,5} DE LA QUALITÉ DE L'AIR DU RSQAQ DANS LA COMMUNAUTÉ MÉTROPOLITAINE DE QUÉBEC	38
FIG. 5 -	LOCALISATION DES STATIONS DE MESURE DES PM _{2,5} DE LA QUALITÉ DE L'AIR DU RSQAQ À PROXIMITÉ DE LA VILLE DE QUÉBEC	38
FIG. 6 -	STRUCTURE DE GOUVERNANCE DU PROJET ET MANDATS GÉNÉRAUX	53

Liste des tableaux

TABLEAU 1	SECTEURS INDUSTRIELS RÉPERTORIÉS À PROXIMITÉ DES QUARTIERS CENTRAUX DE LA BASSE-VILLE DE QUÉBEC (CORPORATION DES PARCS INDUSTRIELS DU QUÉBEC, 2018)-----	13
TABLEAU 2	STATIONS D'ÉCHANTILLONNAGE DES PST POUR LE PROJET MEMS -----	35
TABLEAU 3	STATIONS DE MESURE DES PM _{2,5} À QUÉBEC ET LA RÉGION-----	39
TABLEAU 4	BUDGET DE L'ÉQUIPE DE PROJET-----	57
TABLEAU 5	SEGMENTATION DU BUDGET DES ÉTUDES DES PARTENAIRES-----	58
TABLEAU 6	ÉCHÉANCIER GLOBAL -----	59

Acronymes et abréviations

Acronymes	Description
APQ	Administration portuaire de Québec
CALPUFF	Nom d'un modèle servant à modéliser les contaminants atmosphériques. CALPUFF n'est pas un acronyme
CANUE	Canadian Urban Environmental Health Research Consortium
CICEL	Comité intersectoriel sur la contamination environnementale dans La Cité-Limoilou
CIUSSSCN ou CIUSSS de la Capitale-Nationale	Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de la Capitale-Nationale
CLSC	Centre local de services communautaires
CMQ	Communauté métropolitaine de Québec
CRE-CN	Conseil régional de l'environnement de la Capitale-Nationale
CVAP	Comité de vigilance des activités du Port de Québec
CVI	Comité de vigilance de l'incinérateur
DSPublique	Direction de santé publique
EST	Exposition à la fumée secondaire du tabac
ICVPQ	Initiative citoyenne de vigilance du Port de Québec
INSPQ	Institut national de santé publique du Québec
INRP	Inventaire national des rejets de polluants
LUR	Nom d'un modèle servant à modéliser les contaminants atmosphériques, le <i>Land use regression</i> , modèle de régression de l'utilisation des terres
LVBV ou territoires LVBV	Territoires des Centres locaux de services communautaires (CLSC) de Limoilou – Vanier et Québec – Basse-Ville
MEMS	Projet « Mon environnement, ma santé »
MELCC	Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques
MSSS	Ministère de la Santé et des Services sociaux
MTQ	Ministère des Transports du Québec
PST	Particules en suspension totales
PM ₁₀	Matières particulaires de moins de 10 µm
PM _{2,5}	Matières particulaires de moins de 2,5 µm
QAE ou volet QAE	Qualité de l'air extérieur ou volet de la qualité de l'air extérieur
RAA	Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère
La région	La région de la Capitale-Nationale
RSQAQ	Réseau de surveillance de la qualité de l'air du Québec
SISMACQ	Système intégré de surveillance des maladies chroniques du Québec

1 Introduction

L'état de santé de la population des territoires (voir figure 1) des Centres locaux de services communautaires (CLSC) de Limoilou – Vanier et Québec – Basse-Ville (territoires LVBV) est significativement moins bon que celui du reste de la population de la région de la Capitale-Nationale (la région). La fréquence de certaines maladies chroniques respiratoires et cardiovasculaires et de certains cancers y est plus élevée et l'espérance de vie y est inférieure (CIUSSSCN, 2018a).

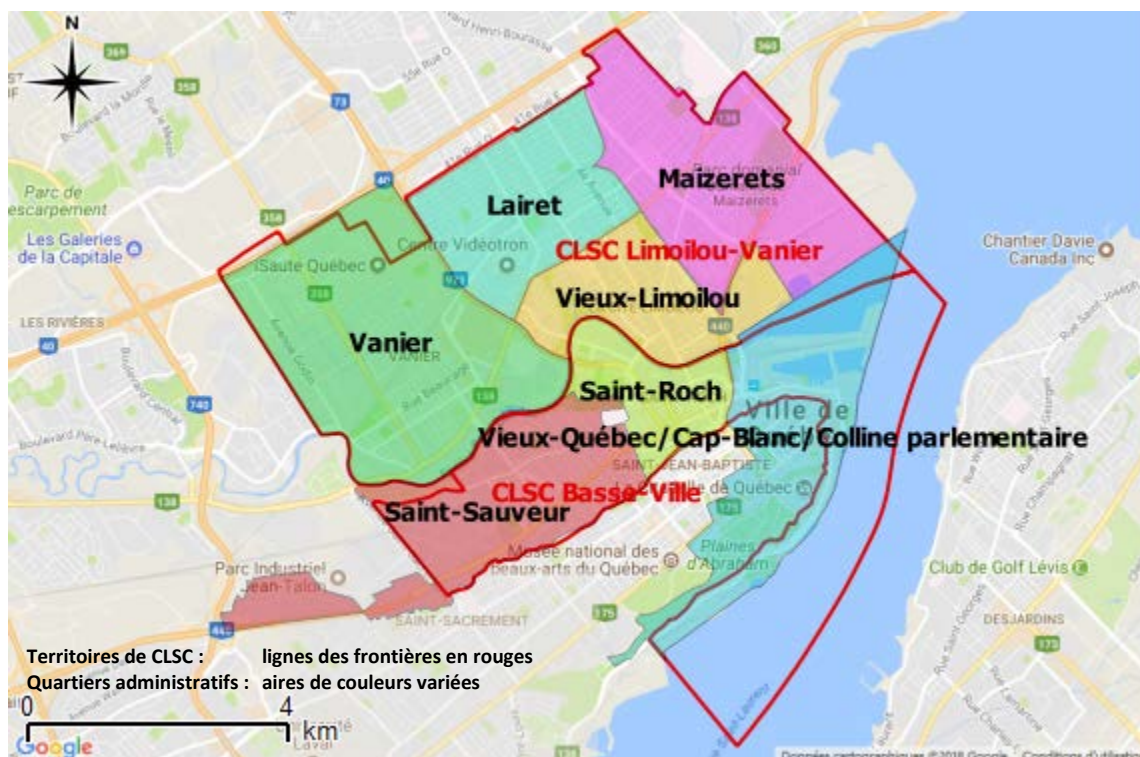


Fig. 1 - Territoires des CLSC Limoilou – Vanier et Québec – Basse-Ville et quartiers administratifs.
(Tiré de : Cadrage du projet, CIUSSS de la Capitale-Nationale, 2018)

Plusieurs facteurs socioéconomiques et environnementaux pourraient expliquer ces différences. Parmi ceux-ci, la qualité de l'air est souvent mise en cause. Des plaintes sont d'ailleurs régulièrement formulées à la Direction de santé publique (DSPublique) à ce sujet. Les épisodes de pollution de l'air dans LVBV ont été décriés à maintes reprises dans la presse écrite et électronique. Ce fut le cas lors des retombées de poussières rouges, des dépassements de la norme québécoise en nickel dans l'air ambiant, des dépassements des normes d'émissions de contaminants à l'incinérateur municipal, et lors des épisodes de mauvaises odeurs.

La population des territoires LVBV s'inquiète des effets de la mauvaise qualité de l'air sur la santé, et une mobilisation s'est organisée à ce sujet (Bencze et Pouliot, 2016). Des associations citoyennes se sont montrées soucieuses des impacts liés aux développements prévus dans ces territoires comme, par exemple, les projets d'agrandissement du Port de Québec, l'élargissement des autoroutes ou l'implantation prochaine d'une usine de biométhanisation.

La DSPublique est préoccupée par le bilan de santé dans LVBV et plus particulièrement par l'effet du cumul des multiples facteurs de risques socioéconomiques et environnementaux qui affectent ces secteurs de la ville. Le CIUSSSCN a donc mis sur pied le projet « Mon environnement, ma santé » (le projet MEMS) pour documenter les impacts des facteurs de risque et de leur cumul dans LVBV. Un volet portant sur les effets de la pollution de l'air extérieur (QAE), soutenu financièrement par la ville de Québec, a été développé à l'intérieur de MEMS. Il vise à acquérir les connaissances nécessaires pour répondre à la question de recherche suivante :

« Quelle est la part des problèmes de santé respiratoire et cardiovasculaire des citoyens des secteurs de Limoilou, Vanier et Basse-Ville attribuable à la qualité de l'air extérieur? »

Le volet QAE de MEMS est ancré dans une structure participative qui réunit plusieurs acteurs citoyens, municipaux et corporatifs des territoires LVBV. Ceux-ci sont invités à soutenir l'équipe de projet sur l'orientation des projets scientifiques, sur la communication des résultats et, ultimement, sur le choix des interventions à privilégier pour améliorer la qualité de l'air et le bilan de santé dans LVBV. Un comité consultatif et un comité scientifique ont été formés à cette fin. Huit (8) activités scientifiques ont été choisies par ces comités à partir d'un appel de projets effectué auprès de l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ), partenaire scientifique dans la réalisation du projet.

Le présent document, intitulé « Les activités scientifiques », fait partie des productions écrites préalables à la réalisation du projet MEMS : volet qualité de l'air extérieur (QAE)². Il s'adresse aux citoyens impliqués et aux partenaires du projet. Il présente en premier (chapitre 2 : Contexte) un rappel des notions fondamentales sur la qualité de l'air, ainsi que des données propres à LVBV. Le chapitre 3 (Question de recherche principale, axes d'intervention et de recherche du programme d'activités et processus de sélection des activités scientifiques) décrit les objectifs du volet QAE de MEMS et le processus qui a conduit au choix des huit activités scientifiques. Celles-ci sont présentées brièvement au chapitre 4 (Activités scientifiques), en commençant par leur

² Les productions écrites du projet comprennent : 1) Devis et activités scientifiques; 2) Cadrage du projet; 3) Bilan de la qualité de l'air extérieur dans une perspective santé; 4) Portrait des nuisances associées aux particules; 5) Rapport de projet final; 6) Recommandations (voir annexe 1).

principal objectif (question de recherche) suivi par la démarche et la méthode, les limites scientifiques et les résultats attendus. Le chapitre 5 (Rapport final du volet qualité de l'air extérieur de MEMS) présente le contenu attendu du rapport du volet QAE de MEMS.

2 Contexte

2.1 Pollution atmosphérique

2.1.1 Sources d'émissions polluantes dans les territoires LVBV

Plusieurs sources d'émissions polluantes peuvent influencer localement la qualité de l'air dans LVBV. Elles peuvent être classées en trois catégories principales, les sources domestiques (chauffage au bois et au mazout), les sources industrielles et les sources mobiles.

Au Canada, les sources industrielles qui atteignent des seuils d'émissions pour certains contaminants les plus importants doivent déclarer leurs émissions à l'INRP. Les établissements industriels suivants présents sur les territoires LVBV font partie de l'INRP : la coopérative Agropur, l'usine Papiers White Birch, Bunge Canada Holdings, l'usine de tabac Rothmans, Benson & Hedges, les terminaux canadiens Canterm, le terminal d'entreposage de vrac liquide de produits chimiques ou pétroliers IMTT Québec, l'incinérateur ainsi que la station d'épuration des eaux usées de la ville de Québec. La qualité de l'air dans LVBV peut également être affectée par plusieurs autres sources d'émissions industrielles, dont celles plus petites réparties dans LVBV ou celles établies près de LVBV dans des zones et parcs industriels de la ville de Québec (tableau 1).

Tableau 1

Secteurs industriels répertoriés à proximité des quartiers centraux de la Basse-Ville de Québec (Corporation des parcs industriels du Québec, 2018)

Secteurs industriels	Nombre d'entreprises recensées en 2018	Nombre d'emplois répertoriés en 2018
Parc industriel Cardinal	437	6975
Parc industriel Saint-Malo	159	2160
Zone industrielle de la Canardière	48	595
Zone industrielle Marie-de-l'Incarnation	159	2160
Zone industrielle du Colisée	57	585
Secteur Beauport	Non disponible	Non disponible
Secteur de l'Estuaire	Non disponible	Non disponible
Secteur de l'Anse-au-Foulon	19	390

Le chauffage au bois et au mazout des résidences contribue aussi aux émissions de contaminants atmosphériques. Selon une estimation réalisée en 2011, 50 000 logements seraient dotés d'un

poêle à bois sur le territoire de la ville (Ville de Québec, 2011). En été, les foyers extérieurs peuvent également contribuer à la pollution atmosphérique.

Plusieurs axes routiers importants, comme les autoroutes Dufferin-Montmorency (n° 440), Laurentien (n° 973), Félix-Leclerc (n° 40), les boulevards Laurentien, Henri-Bourassa, Hamel (n° 138), Pierre-Bertrand (n° 358) et Charest (n° 440) traversent LVBV. Ces voies sont largement empruntées tant par les automobiles que par les camions. Elles sont régulièrement sujettes à des embouteillages durant les périodes de pointe en matinée et en soirée. Ce sont des sources majeures d'émissions de contaminants atmosphériques, comme les oxydes d'azote et les particules. Ces artères achalandées contribuent à faire augmenter la concentration moyenne de polluants sur l'ensemble de la ville, en particulier à proximité de ces axes. Les concentrations de contaminants comme le NO₂ sont très élevées près des axes routiers, mais cet effet s'estompe généralement à quelques centaines de mètres de ceux-ci. L'exposition des individus au NO₂ peut donc être influencée fortement par le lieu de résidence ou de travail.

Le chauffage au bois et la circulation automobile représentent des sources d'émissions particulièrement significatives quant à l'exposition de la population, puisqu'elles sont réparties sur l'ensemble du territoire urbain et que les contaminants sont émis près du sol, dans le milieu de vie de la population. Bien que moins nombreuses et bénéficiant généralement de la dispersion apportée par des points d'émissions plus élevés, les sources de type industriel, comme les cheminées d'usines ou d'incinérateurs, peuvent aussi influencer localement la qualité de l'air et l'exposition des individus. La hauteur des cheminées, la température et la vitesse de sortie des gaz sont des facteurs qui déterminent la dispersion des contaminants et qui contribuent à réduire l'exposition. Toutefois, selon l'importance des taux d'émissions, des gradients de concentration et d'exposition peuvent être observés près des sources d'émissions industrielles. Les modèles mathématiques de dispersion des contaminants tiennent compte des conditions météorologiques et de la topographie locale et permettent d'évaluer l'exposition aux contaminants dans les rues ou les secteurs où sont implantées des sources d'émissions industrielles.

La qualité de l'air dans la ville de Québec est aussi affectée par le transport atmosphérique à grande distance des contaminants. Les polluants en provenance du sud du Québec, de l'Ontario, des Grands Lacs et des États-Unis contribuent à la pollution atmosphérique jusque dans la ville de Québec.

2.1.2 Principaux contaminants atmosphériques

Les particules fines (PM_{2,5}), le dioxyde d'azote (NO₂), le dioxyde de soufre (SO₂), l'ozone (O₃) et le monoxyde de carbone (CO) sont considérés comme étant les principaux polluants de l'air. Le document « Bilan de la qualité de l'air dans une perspective santé » dressera un portrait récent de la qualité de l'air dans les territoires LVBV (CIUSSCN, en préparation).

Les particules en suspension

Le terme particule (PM) fait référence à l'ensemble des particules solides et liquides en suspension dans l'air. Les particules sont habituellement classées selon leur taille :

- Particules en suspension totales (PST) : ensemble des particules en suspension de taille inférieure à 150 μm ;
- Particules grossières (PM_{10}) : ensemble des particules de taille inférieure à 10 μm ;
- Particules fines ($\text{PM}_{2,5}$) : ensemble des particules de taille inférieure à 2,5 μm ;
- Particules ultrafines (UFP) : ensemble des particules de taille inférieure à 0,1 μm .

Les $\text{PM}_{2,5}$ en milieu urbain proviennent principalement des processus de combustion, comme le chauffage au bois ou au mazout, le transport automobile, les procédés industriels et d'incinération. Les particules de plus de 2,5 μm émanent surtout de procédés mécaniques tels que l'érosion par le vent, l'usure des pneus et des véhicules ou le soulèvement par le déplacement de véhicules. Les PM_{10} comportent donc deux types de particules, soit une fraction fine de moins de 2,5 μm de diamètre et une fraction de particules grossières dont la taille est comprise entre 2,5 à 10 μm . Les particules ultrafines ne sont pas encore mesurées de façon régulière et ne seront pas traitées dans le projet.

Les contaminants gazeux

Les principaux contaminants gazeux comprennent les oxydes d'azote (NO_x) qui incluent surtout le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO_2), le monoxyde de carbone (CO), le dioxyde de soufre (SO_2) et l'ozone (O_3). Ces contaminants sont issus de sources et de processus différents (CIUSSSCN, en préparation).

Le NO_2 provient surtout de la combustion, soit du transport et des procédés industriels. En 2008, le secteur des transports était responsable de 76 % des émissions d'oxyde d'azote au Québec (MDDEP, 2011).

Le SO_2 est produit par les combustibles fossiles contenant du soufre et par différents procédés industriels et miniers. Au Québec, 85 % des émissions de SO_2 proviennent du secteur industriel (MDDEP, 2011).

L' O_3 est un contaminant dit secondaire. Il ne provient pas d'une source d'émission particulière, il est plutôt formé dans l'atmosphère par des réactions photochimiques impliquant le rayonnement solaire et des contaminants précurseurs comme les oxydes d'azote et les composés organiques volatils (COV). Les premières étapes des réactions photochimiques font réagir l' O_3 et les oxydes d'azote (NO_x), de sorte que les concentrations d' O_3 diminuent en général près des sources d'émissions et se reconstituent graduellement en aval de celles-ci.

Le CO provient de la combustion incomplète des combustibles fossiles. Au Québec, il est émis par les transports (71 %), le secteur industriel (19 %) et le chauffage au bois domestique (10 %) (MDDEP, 2011). Les concentrations de CO demeurent toutefois très inférieures aux seuils d'effets sur la santé, de sorte que ce contaminant fait généralement l'objet d'un suivi moins serré.

2.1.3 Bruit

Le bruit environnemental exerce des effets sur la santé qui s'ajoutent à ceux produits par la pollution atmosphérique. Les effets du bruit et de la pollution atmosphérique peuvent être difficiles à dissocier puisqu'ils proviennent souvent des mêmes sources, comme les voies de circulation et les activités industrielles. Le bruit a été inclus dans le volet QAE de MEMS à cause principalement de ses effets cardiovasculaires.

2.1.4 Mesures d'exposition aux contaminants et au bruit

L'évaluation de l'exposition aux contaminants est généralement réalisée à partir des données de stations d'échantillonnage réparties sur le territoire. Dans LVBV, le MELCC opère deux stations d'échantillonnage et de mesure dont l'une est située dans le quartier Vieux-Limoilou (station Vieux-Limoilou) et l'autre dans Vanier (station Parc Victorin-Beaucage). La station Vieux-Limoilou est l'une des stations les plus complètes du RSQAQ. Le MELCC y fait la mesure en continu des contaminants gazeux (NO_x, SO₂, O₃, et CO) et des PM_{2,5}. Cette station comprend aussi des échantillonneurs séquentiels³ pour les PST, PM₁₀ et PM_{2,5} et les COV. Les métaux sont analysés sur certains filtres de PM₁₀ et PM_{2,5}.

D'autres stations du RSQAQ sont installées ailleurs dans la ville de Québec et la grande région de Québec. Les PM_{2,5} sont par exemple mesurées à deux autres stations à Québec, soit les stations École Les Primevères et Collège Saint-Charles-Garnier. Les stations Deschambault, Parc Georges-Maranda (Lévis) et Notre-Dame-du-Rosaire (comté de Montmagny) permettent en plus de décrire les concentrations de PM_{2,5} dans les régions entourant la ville de Québec.

Ajoutons enfin que les PM_{2,5} sont aussi échantillonnées à trois stations opérées par l'APQ. L'accès à ces données permettra de bonifier la description de la répartition des PM_{2,5} dans la Basse-Ville de Québec.

La concentration des polluants et l'exposition de la population varient à l'échelle intra-urbaine, soit entre les quartiers, d'un quartier à l'autre, et même d'une rue à l'autre. La topographie, la direction des vents, ainsi que la densité et l'importance des sources d'émissions influencent la concentration des contaminants et l'exposition de la population (Hankey et Marshall, 2017; Pleim

³ Collecte d'un échantillon sur une période de 24 heures et analyses en laboratoire.

et McKeen, 2012). Les concentrations de NO₂ et les niveaux de bruit par exemple varient en fonction de l'intensité du trafic routier (Crouse, et coll., 2009; Ragettli, et coll., 2016).

Si l'utilisation des données produites par les stations de surveillance de la qualité de l'air est la façon traditionnelle d'évaluer la qualité de l'air et le respect des normes, de nouvelles approches permettent de décrire plus finement les variations intra-urbaines de l'exposition dans le temps et dans l'espace. Elles améliorent la résolution spatiale et temporelle de l'évaluation de l'exposition aux contaminants. La modélisation de la dispersion atmosphérique rend possible le calcul de la concentration des contaminants dans l'air ambiant à partir d'une cheminée industrielle, en tenant compte de la topographie et des conditions météorologiques locales. Avec l'imagerie satellitaire, il est maintenant possible d'estimer la concentration des contaminants à l'intérieur d'une ville, et ce, à une échelle de plus en plus précise. La modélisation statistique de type « Land Use Regression » est une méthode d'estimation de la variation fine des concentrations à partir de multiples échantillonnages réalisés sur de courtes périodes, tant pour la qualité de l'air que pour le bruit. Ces nouvelles approches seront utilisées dans le volet QAE de MEMS.

2.2 Effets sur la santé

Les effets sur la santé des principaux polluants atmosphériques et du bruit sont nombreux et diversifiés. Quelques-uns seulement de ces effets sont présentés ici dans le but d'éclairer les orientations et objectifs poursuivis par le projet.

Comme mentionné précédemment, les particules se répartissent en deux groupes principaux. Elles sont séparées selon leur diamètre, soit en particules fines (moins de 2,5 µm) et grossières⁴ (plus de 2,5 µm). Les particules fines sont reconnues comme étant les plus nocives. À cause de leur petite taille, elles atteignent les régions profondes des voies respiratoires, soit les bronchioles et les alvéoles pulmonaires. Il est maintenant bien établi que les particules fines produisent des effets sur la santé, que ce soit après de courtes ou de longues expositions (chroniques). Quant aux particules grossières, elles sont plutôt limitées à la région extrathoracique (nez, gorge, pharynx) et elles sont éliminées de l'organisme plus rapidement que les particules fines. Néanmoins, il est admis que les particules grossières produisent aussi des effets nocifs, surtout de nature irritative et inflammatoire. Le nez, la bouche, la gorge et les voies respiratoires supérieures peuvent être touchés. L'exposition à court terme à la fraction grossière comprenant les particules de 2,5 à 10 µm a été associée à la mortalité et à la morbidité cardiovasculaire et respiratoire (Santé Canada, 2016a). Cette fraction des particules est reconnue toxique au sens de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement* (LCPE, 1999).

⁴ Traduction de l'anglais « coarse ».

Au-delà de la taille, la composition chimique des particules joue aussi un rôle dans les effets observés. Les métaux comme le nickel, l'arsenic et le plomb sont responsables d'effets qui leur sont propres. Ces derniers apparaissent soit directement sur la voie d'entrée (voie respiratoire) ou sur d'autres organes, après absorption et distribution dans l'organisme. Les particules d'origine urbaine comportent une plus grande proportion de métaux et de composés organiques issus de la combustion, ce qui peut expliquer que leur impact sur la santé soit plus important que celui des particules d'origine rurale (Santé Canada, 2016a).

Les effets des polluants atmosphériques apparaissent après des expositions de courte ou de longue durée (expositions chroniques). Les variations quotidiennes des concentrations d'oxydes d'azote (NO_x) ont été associées à l'exacerbation de l'asthme et à l'augmentation de la fréquence de symptômes et d'infections respiratoires (Santé Canada, 2016b). Ainsi, les jours durant lesquels la concentration de ces polluants est plus élevée sont suivis d'un nombre accru d'hospitalisations pour troubles respiratoires (asthme, etc.) et de visites à l'urgence. L'exposition aux PM_{2,5} provoque aussi, à court terme, une élévation de la morbidité et de la mortalité quotidienne qui contribue globalement à alourdir le fardeau des maladies cardiorespiratoires (Santé Canada, 2016a). La recrudescence des décès associée à l'augmentation des concentrations quotidiennes de PM_{2,5} serait observée surtout chez les personnes ayant des maladies préexistantes (Rabl, 2005), soit des cancers, du diabète et des maladies cardiovasculaires ou respiratoires (Goldberg, et coll., 2001a; Goldberg, et coll., 2001b; Goldberg, et coll., 2006).

Les effets d'une exposition de longue durée à la pollution atmosphérique ont surtout été documentés pour les PM_{2,5}, et les NO_x. Ils incluent l'apparition de maladies pulmonaires chroniques (asthme, emphysème, fibrose pulmonaire), une diminution de la capacité pulmonaire, un ralentissement de la croissance pulmonaire chez l'enfant, l'apparition de maladies cardiovasculaires comme l'hypertension et l'insuffisance cardiaque, ainsi qu'une augmentation de la morbidité et de la mortalité prématurée pour troubles respiratoires et cardiovasculaires (Brugge, et coll., 2007). L'exposition prolongée aux PM_{2,5} a aussi été associée à de nouveaux cas de cancers et de diabète (Beelen, et coll., 2014).

L'asthme est la maladie chronique la plus courante chez les enfants au Canada (Radhakrishnan, et coll., 2014). Les facteurs de risque contribuant à son apparition sont génétiques, individuels et environnementaux (Beasley, et coll., 2015; Toskala et Kennedy, 2015). L'exposition aux polluants de l'air extérieur a été associée fortement à l'apparition de l'asthme infantile (Khreis, et coll., 2018; Khreis, et coll., 2017; Smargiassi, et coll., 2009). L'ampleur du problème dans la région reste à documenter.

La mortalité par cardiopathies ischémiques regroupe les décès de tous âges pour cause d'infarctus du myocarde et autres formes aiguës ou subaiguës de cardiopathies ischémiques.

C'est une des causes principales de décès au Québec (INSPQ, 2007). L'exposition aux particules fines contribue à ces décès (Environnement Canada, 2012). Toutefois, l'ampleur exacte actuelle et les causes de cet excès demeurent à explorer.

2.2.1 Choix des contaminants étudiés

Après considération des connaissances actuelles sur les effets des contaminants et les problématiques de la qualité de l'air dans LVBV, une priorité a été accordée à la pollution atmosphérique par les $PM_{2,5}$ et le NO_2 , ainsi que par les retombées de poussières et leurs compositions en métaux. Il est en effet reconnu que les $PM_{2,5}$ et le NO_2 sont responsables de la morbidité et de la mortalité cardiovasculaire et du développement de l'asthme (OMS, 2013; Santé Canada, 2016b), et que des sources de ces deux polluants sont présentes sur les territoires de LVBV, soit des sources industrielles importantes et celles émanant d'une circulation automobile intense.

L' O_3 et le SO_2 demeurent des contaminants qui préoccupent la santé publique, mais ils ne sont pas priorisés dans le projet MEMS. Le SO_2 est émis surtout par l'industrie lourde (industrie minière, fonderies de cuivre, alumineries, etc.). Outre une papetière, ce type d'usine est absent des territoires LVBV et, selon les données du RSQAQ, la concentration de SO_2 à la station Vieux-Limoilou est parmi la plus faible des stations de mesure de la qualité de l'air au Québec. De son côté, l'ozone est un polluant qui se forme par réaction photochimique et qui n'est pas directement émis dans l'atmosphère (Environnement Canada, 2013). Les concentrations d'ozone dans l'air ambiant ont tendance à diminuer en milieu urbain à cause des réactions avec le monoxyde d'azote. Il est conséquemment difficile d'intervenir localement pour faire réduire les concentrations d'ozone. Par ailleurs, l'impact de la proximité de certaines sources industrielles sur le SO_2 dans LVBV sera abordé par imagerie satellitaire et par la modélisation de la dispersion atmosphérique.

Les retombées de poussières font aussi l'objet de plaintes et de préoccupations de la part de la population, particulièrement à cause de leurs teneurs en métaux comme le fer et le nickel. Bien que moins directement associés aux effets sur la santé que les particules fines, les particules grossières et les éléments toxiques qu'elles contiennent peuvent également causer des effets sur la santé. Les poussières et leurs teneurs en métaux feront donc l'objet d'une évaluation dans le projet, notamment par la mesure des particules en suspension totales (PST) qui constitue la fraction des particules la mieux corrélée aux retombées de poussières, aux nuisances et aux plaintes. Leur composition en certains métaux sera aussi évaluée. Neuf éléments métalliques ont été sélectionnés en fonction de leurs effets biologiques, environnementaux, et de la représentativité de certaines sources d'émissions possibles dans LVBV. Ces métaux sont :

l'arsenic, le plomb, le cadmium, le calcium, le nickel, le cobalt, le fer, le manganèse et l'antimoine⁵.

L'arsenic inorganique, le plomb et le cadmium sont des métaux et métalloïdes reconnus pour leur toxicité. L'arsenic est associé à la combustion, notamment dans l'incinération de matières résiduelles. Le calcium est un constituant majeur de la croûte terrestre qui est présent surtout dans la fraction grossière des particules. Le manganèse provient des véhicules automobiles, mais il est aussi présent dans le minerai de fer. Le fer, le nickel (Ni) et le cobalt (Co) sont des composés d'intérêt à cause des activités de transbordement de ces minerais. Finalement, l'antimoine (Sb) est émis en grande partie par l'usure des freins des véhicules automobiles, et il pourrait donc se révéler indicateur des particules provenant des voies de circulation (Walsh et Brière, 2018).

2.2.2 Impacts sanitaires du bruit environnemental

Le bruit environnemental est un facteur de risque qui peut aussi engendrer des effets néfastes sur le bien-être et la santé (ex. : perturbation du sommeil, augmentation du risque d'hypertension et d'infarctus du myocarde et, possiblement, d'autres maladies cardiovasculaires) (CIUSSSCN, 2018b).

À l'instar de l'Organisation mondiale de la santé (OMS), l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ) soutient que l'exposition au bruit constitue un problème de santé publique (INSPQ, 2015). L'*Environmental Burden of Disease (EBoDE)* (Hänninen, et coll., 2014) a estimé l'effet de neuf (9) contaminants environnementaux, dont le bruit de la circulation (routière, ferroviaire et aérienne), sur le nombre d'années perdues en raison de la mortalité et de la morbidité. L'étude a montré que le nombre d'années perdues à cause de l'exposition au bruit de la circulation serait équivalent au nombre d'années perdues à cause du tabagisme passif (étendue : 600-1200 DALYs⁶/million de personnes). Le fardeau de la mortalité prématurée et de la morbidité est principalement attribuable aux impacts du bruit sur le sommeil, dont une part très importante est imputable à l'augmentation des maladies cardiovasculaires (Hänninen, et coll., 2014). En plus de la nuisance, des données probantes montrent que l'exposition au bruit environnemental peut causer les effets suivants⁷ :

- maladies cardiovasculaires (MCV);
- perturbation du sommeil;
- effets cognitifs chez l'enfant.

⁵ Pour l'incinérateur des matières résiduelles de la ville de Québec, les résultats de l'étude de dispersion n'ont pas permis de sélectionner un élément chimique avec lequel il aurait été possible d'évaluer le potentiel contributif de l'incinérateur dans les poussières en suspension totales (Brière, 2015).

⁶ DALYs : disability-adjusted life years : nombre d'années de vie corrigées du facteur d'invalidité (AVCI).

⁷ Annexe 2 : Impacts sanitaires du bruit environnemental.

Une association avec la dépression et l'anxiété a aussi été mise en évidence. Les connaissances actuelles ne permettent pas d'établir un seuil d'exposition sécuritaire (innocuité) au bruit sur les MCV.

2.3 Conditions socioéconomiques et impact du cumul des risques pour la santé

Certaines habitudes de vie défavorables pour la santé sont associées à l'incidence de maladies cardiorespiratoires (Diaz-Gutierrez, et coll., 2017). Dans les territoires LVBV, le taux de tabagisme est plus élevé, mais d'autres habitudes de vie, telles que l'activité physique, la consommation d'alcool et de drogues sont comparables aux moyennes régionales. (Direction régionale de santé publique, 2012).

La défavorisation matérielle et sociale est plus prononcée dans les territoires LVBV que dans les autres secteurs de la région (Direction de santé publique du CIUSSS de la Capitale-Nationale, 2017, 2018; Direction régionale de santé publique, 2012). Ces conditions socioéconomiques précaires et les habitudes de vie défavorables se combinent à l'exposition à des facteurs de risque environnementaux qui ont aussi été associés à des problèmes cardiorespiratoires comme la pollution atmosphérique (Clark, et coll., 2014; Martenies, et coll., 2017). Le fardeau réel de l'ensemble de ces facteurs de risque sur le portrait de santé défavorable observé demeure toutefois à déterminer.

3 Question de recherche principale, axes d'intervention et de recherche du programme d'activités et processus de sélection des activités scientifiques

L'objectif principal du projet est d'évaluer si la pollution de l'air peut expliquer en partie le bilan de santé défavorable dans les territoires des CLSC Limoilou – Vanier et Québec – Basse-Ville. Comme mentionné précédemment, la question de recherche principale du projet est formulée de la façon suivante :

« Quelle est la part des problèmes de santé respiratoire et cardiovasculaire des citoyens des secteurs de Limoilou, Vanier et Basse-Ville attribuable à la qualité de l'air extérieur? »

Un programme d'activités scientifiques a été élaboré pour tenter de répondre à cette question. La réalisation de ce programme est structurée autour de quatre (4) grands axes d'intervention et de recherche (voir Devis en annexe 1)⁸.

Axe I : Mise sur pied des structures participatives de concertation incluant les parties prenantes

Axe II : Description de la santé de la population et de son exposition aux contaminants atmosphériques

Axe III : Estimation de l'influence des contaminants atmosphériques sur la santé

Axe IV : Évaluation et gestion du risque pour la santé

Fig. 2 - Axes d'activités dans le projet « Mon environnement, ma santé ».

L'axe I du projet (voir annexe 2) précède le choix et la réalisation des activités scientifiques. La DSPublique estime nécessaire d'impliquer les citoyens et les différentes parties prenantes de LVBV dans l'orientation du projet afin que celui-ci réponde bien aux préoccupations énoncées par les groupes de citoyens et la population. De plus, la participation des citoyens et des parties prenantes facilitera l'adhésion aux orientations et aux recommandations qui seront éventuellement formulées par le directeur de santé publique pour améliorer la qualité de l'air et la santé dans LVBV. La mise en œuvre de ces recommandations impliquera à différents degrés les citoyens, les entreprises et les gouvernements.

⁸ Les quatre grands axes sont présentés dans le « Devis » déposé à la ville de Québec. Ce document a été adopté par les structures de concertation du projet.

Le Comité-conseil a été constitué comme table de consultation et de concertation. Son rôle est de s'assurer que les parties prenantes citoyennes, corporatives, municipales et gouvernementales participent à l'orientation du projet et s'en approprient les conclusions et les recommandations. Un deuxième comité, le Comité scientifique, a été réuni pour s'assurer de la validité et de la pertinence des activités scientifiques qui seront menées. Ces deux structures, de concert avec l'équipe de projet, seront impliquées dans toutes les étapes de réalisation.

Les axes II et III d'intervention et de recherche du projet portent sur l'acquisition de connaissances. L'axe II réunit les activités scientifiques de nature descriptive, soit la caractérisation de l'état de santé de la population et de l'exposition aux contaminants atmosphériques dans LVBV. L'axe III réunit les activités scientifiques d'analyse des risques pour la santé humaine. Il vise à évaluer la part des problèmes de santé respiratoire et cardiovasculaire des citoyens des secteurs de Limoilou, Vanier et Basse-Ville, attribuable aux principaux contaminants de l'air étudiés.

Finalement, l'axe IV regroupe l'identification des options de gestion de risques et l'élaboration des recommandations et des communications (voir le document Devis, annexe 1).

3.1 Processus de sélection des activités scientifiques

La DSPublique du CIUSSS de la Capitale-Nationale a sollicité la participation de l'INSPQ pour développer une proposition d'activités et de projets scientifiques (annexe 4). Le soutien de l'INSPQ était requis pour son expertise en matière de toxicologie et d'évaluation des risques associés à la pollution de l'air. Au final, la proposition de l'INSPQ comportait 18 projets scientifiques qui répondaient aux différents éléments de la question de recherche principale.

Le Comité-conseil a retenu huit activités scientifiques parmi les projets proposés par l'INSPQ. Les membres du Comité-conseil se sont familiarisés avec les concepts scientifiques de base nécessaires à la compréhension des différentes activités scientifiques proposées. Des rencontres ont eu lieu entre les membres du Comité-conseil et les experts du MELCC, de la DSPublique et de l'INSPQ. Les membres du Comité-conseil ont priorisé les activités scientifiques selon les critères suivants :

- pertinence au regard des préoccupations citoyennes et de la santé;
- disponibilité de l'expertise;
- respect du budget et du calendrier inscrits dans l'entente avec la ville.

Le Comité scientifique a été impliqué dans une deuxième étape de cette priorisation. Il a modulé le choix des activités scientifiques selon les bases et les méthodologies scientifiques disponibles. L'évaluation des effets de la pollution atmosphérique sur les décès par cardiopathies ischémiques a été proposée par le Comité scientifique et acceptée par le Comité-conseil.

Finally, eight scientific activities (activities n^{os} 1, 2a, 2b, 3, 4, 5, 6 and 7) were retained by the Committee-consult and the Scientific Committee. The objectives and the scientific activities of the QAE MEMS are summarized in figure 3 and described in section 4.

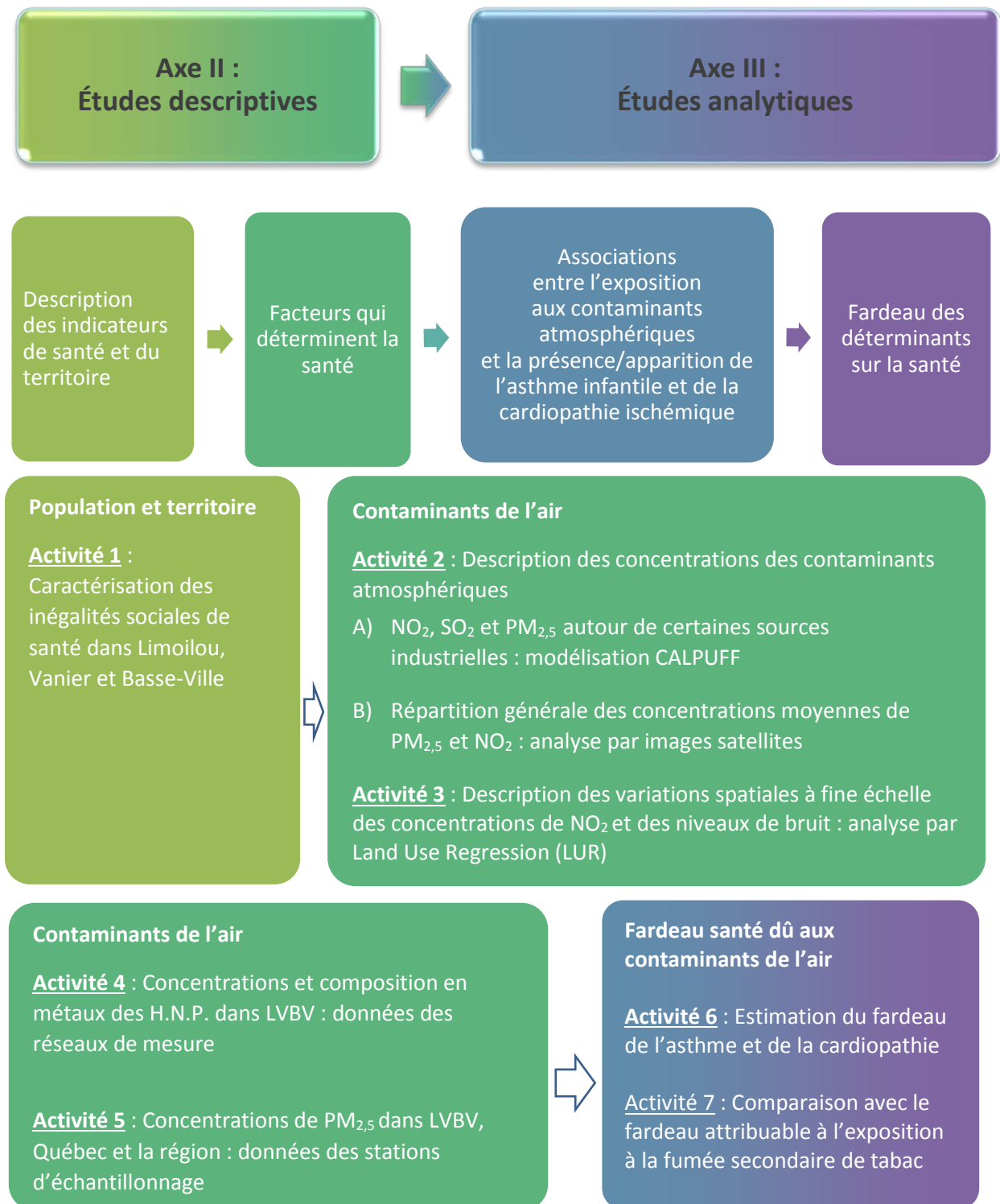


Fig. 3 - Schéma des activités scientifiques retenues dans les axes II et III du projet « Mon environnement, ma santé » : volet qualité de l'air extérieur.

4 Activités scientifiques

La présente section décrit de façon brève et vulgarisée les objectifs, les méthodes, les résultats attendus et les limites des huit (8) activités scientifiques du projet. La description des méthodologies et des limites scientifiques est donnée à titre indicatif seulement. Les protocoles de recherche qui détaillent les objectifs, les méthodes, l'analyse et les résultats appartiennent aux chercheurs mandatés par le projet qui partageront leurs résultats une fois leur programme de recherche complété. Des ententes à ce sujet entre les chercheurs et la DSPublique sont en cours d'élaboration.

4.1 Activité n° 1 : Les inégalités sociales de santé dans Limoilou, Vanier et Basse-Ville

Questions de recherche

Comment certains indicateurs associés à la santé cardiovasculaire et respiratoire des territoires LVBV se comparent-ils à ceux des autres territoires de CLSC de la région et aux moyennes de la région de la Capitale-Nationale? Est-ce que les habitudes de vie et certains déterminants de santé associés à la santé respiratoire ou cardiovasculaire sont différents dans les secteurs à l'étude comparativement à ceux de la région?

Démarche scientifique et méthodes

Cette activité vise à dresser un portrait de l'état de santé de la population des territoires LVBV, des déterminants de santé et des conditions environnementales qui pourraient l'affecter. Les différences entre les statistiques de santé des territoires LVBV et de la région seront interprétées en fonction des déterminants et des conditions environnementales de ces deux territoires.

L'étude porte entre autres sur les paramètres et les indicateurs suivants :

- les conditions socioéconomiques, telles que le revenu et le parcours scolaire;
- l'organisation des services, tels que les hospitalisations et la mortalité évitable par l'accès à des soins de première ligne;
- l'espérance de vie et la mortalité prématurée;
- le tabagisme;
- les indicateurs de maladies respiratoires chroniques et les décès par cardiopathies ischémiques⁹.

⁹ Au moment de la recherche, les indicateurs spécifiques de maladies cardiorespiratoires n'étaient pas encore prêts pour publication.

Pour la plupart, les indicateurs sont ceux inscrits au Plan national de surveillance du Québec (PNS) et les données proviennent de l'Infocentre de santé publique, du ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS), du ministère du Travail, de l'Emploi et de la Solidarité sociale (MTESS), de Statistique Canada, de l'Institut de la statistique du Québec (ISQ), du ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur ou de sources complémentaires. La multiplicité des sources de données est une force des analyses mises en œuvre dans ce projet. L'analyse et la comparaison des statistiques des territoires LVBV et de la région seront réalisées par les experts du CIUSSSCN. Certains membres du Comité scientifique seront mis à contribution. Un document synthèse des indicateurs retenus sera rendu disponible.

Limites

Cette activité repose sur un choix de 18 indicateurs. Ce choix est basé sur un jugement d'expert, mais il demeure subjectif. De plus, le traitement des données englobe tout LVBV sans permettre d'évaluer des variations des résultats d'un secteur à l'autre à l'intérieur de LVBV. Le portrait des inégalités sociales de santé est descriptif et ne tient pas compte des associations possibles entre les indicateurs retenus.

Les données utilisées sont d'origine administrative et peuvent présenter des faiblesses. Le contrôle de la qualité peut être inadéquat ou même absent. La base de données peut contenir des enregistrements partiels ou de nombreuses données manquantes. La conception des bases de données peut être déficiente et causer des problèmes de biais et de couverture. Les données peuvent être obsolètes si la base de données n'est pas mise à jour régulièrement.

Résultat attendu

Un portrait de santé qui traduit les écarts entre les territoires de CLSC de la région de la Capitale-Nationale et la moyenne régionale.

4.2 Activités 2 : Description de l'exposition aux polluants de l'air

4.2.1 Activité n° 2a¹⁰ : Description spatiale des concentrations moyennes des contaminants atmosphériques émises par certains établissements industriels

Question de recherche

Quelles sont les concentrations additionnelles de NO₂, SO₂ et PM_{2,5} dans l'air ambiant extérieur produites par les émissions des établissements industriels assujetties à une déclaration à l'Inventaire national des rejets de polluants (INRP, 2016) et auxquelles sont exposés les résidents des secteurs à l'étude?

Démarche scientifique et méthodes

Les concentrations moyennes annuelles de NO₂, SO₂ et PM_{2,5} dans l'air ambiant autour de certaines usines dans LVBV ont été estimées à l'aide du modèle mathématique de dispersion CALPUFF à partir des taux annuels d'émissions de contaminants déclarés à l'INRP. Les résultats de la modélisation seront utilisés pour évaluer l'exposition de la population résidant près des usines étudiées. Ce travail est réalisé grâce à un financement de Santé Canada.

¹⁰ Pour respecter la numérotation inscrite dans le Devis, l'ajout de l'activité sur l'analyse de la distribution spatiale des contaminants par imagerie satellitaire a nécessité la création du numéro 2b afin d'être cohérent avec les objectifs préétablis.

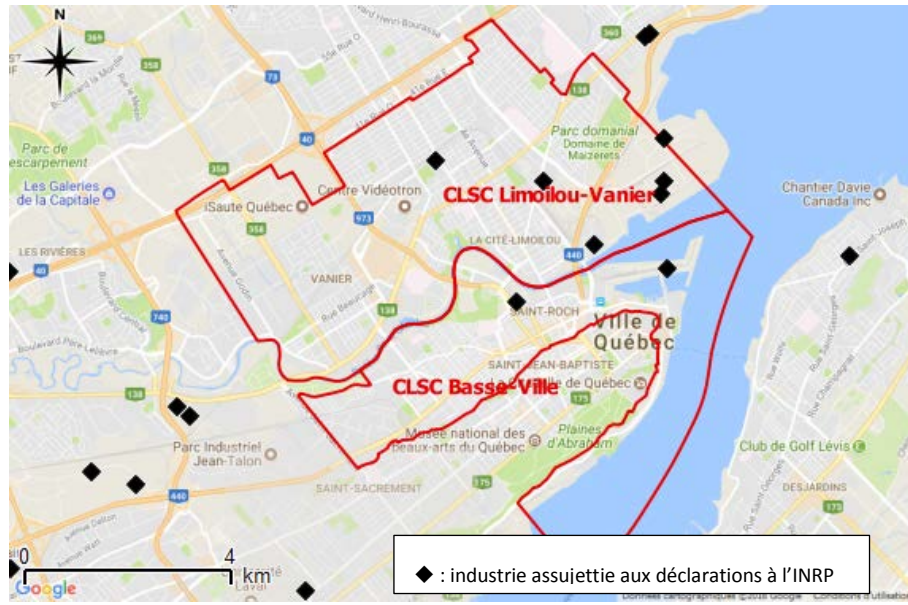


Fig. 4 - Industries assujetties aux déclarations à l'Inventaire national des rejets de polluants (INRP) dans les territoires des CLSC Limoilou – Vanier et Québec – Basse-Ville.

(Sources : Google Maps et Géoportail de l'INSPQ, analyse avril 2017, recensement de 2006)

L'Inventaire national des rejets de polluants (INRP, 2016) est l'inventaire légal du Gouvernement fédéral des rejets de polluants au Canada. Les données qu'il contient sur les taux d'émissions peuvent être utilisées avec des modèles de dispersion atmosphérique pour évaluer les risques pour la santé liés aux émissions des usines de différents types. Pour l'année de déclaration de 2015, 7 284 installations au Canada ont produit une déclaration à l'INRP de leurs émissions atmosphériques, rejets en milieu aquatique, éliminations et transferts à des fins de recyclage. L'inventaire porte sur 343 substances polluantes.

Limites

Seuls les établissements qui atteignent certains seuils d'émissions sont tenus de déclarer leurs rejets. Les plus petites installations industrielles qui ne figurent pas dans l'INRP ne seront pas modélisées dans l'activité 2a, même si certaines d'entre elles pourraient générer localement des impacts importants sur la qualité de l'air ambiant. Les résultats du projet permettront d'évaluer la contribution de certaines sources d'émissions industrielles à la pollution atmosphérique dans LVBV.

Les taux d'émissions rapportés par les usines sont estimés par des méthodes différentes. La hauteur de la cheminée (point d'émission), la vitesse et la température de sortie des gaz sont des paramètres importants qui influencent la dispersion des contaminants et dont la précision dans

Les déclarations des entreprises n'est pas constante. La justesse des calculs de dispersion avec CALPUFF dépend de ces paramètres.

Seules les émissions annuelles sont rapportées à l'INRP. Celles-ci sont traduites en un taux moyen d'émissions, sans information sur leur constance tout au long de l'année et sur la présence de pics journaliers. Ces derniers peuvent faire augmenter les concentrations maximales dans l'air ambiant sur de courtes périodes.

Les contaminants émis par une cheminée d'usine s'ajoutent à ceux présents dans l'air (niveau de fond ou concentration initiale). L'évaluation de l'exposition autour d'une source d'émissions demande une estimation de la concentration initiale qui peut être difficile à réaliser lorsque la qualité de l'air est mal documentée.

Résultat attendu

Caractérisation des concentrations de NO₂, SO₂ et PM_{2,5} autour des sources d'émissions assujetties à une déclaration à l'INRP dans les territoires LVBV.

4.2.2 Activité n° 2b : Description spatiale des concentrations moyennes annuelles de PM_{2,5} et de NO₂

Question de recherche

Quelles sont les concentrations ambiantes estimées de particules fines (PM_{2,5}) et de NO₂ auxquelles sont exposés les résidents des secteurs à l'étude?

Démarche scientifique et méthodes

Les données de NO₂ et PM_{2,5} du *Canadian Urban Environmental Health Research Consortium* issues de l'imagerie satellitaire et des stations de mesure seront utilisées (CANUE, 2018). CANUE est un regroupement de chercheurs universitaires et gouvernementaux œuvrant dans le domaine de la santé en milieu urbain, et notamment sur l'exposition et les risques liés à la pollution atmosphérique. Les données satellitaires des concentrations de PM_{2,5} (à une résolution de 1 km x 1 km) et de NO₂ (à une résolution de code postal) seront obtenues de cet organisme pour décrire l'exposition des populations des territoires LVBV.

Le protocole développé par CANUE comporte la compilation des caractéristiques de l'environnement bâti. Celles-ci influencent les variations spatiales des contaminants à l'échelle urbaine et suburbaine. Les données de CANUE sont indexées sur les codes postaux à six (6) positions, ce qui facilite la fusion avec les bases de données sur la santé.

Limites

À l'heure actuelle, la résolution spatiale de la couverture satellitaire demeure relativement grossière (ex. : 1 km x 1 km pour les PM_{2,5}), de sorte qu'il n'est pas possible de discerner sur les images satellites l'influence locale d'une source d'émission particulière. Cela peut mener à une sous-estimation de l'exposition des individus résidant près des voies de circulation automobile importantes ou près des usines. Les territoires de LVBV sont petits et la résolution de la méthode pourrait s'avérer insuffisante.

Résultat attendu

Répartition spatiale des concentrations moyennes de NO₂ et PM_{2,5}. Les données pour la région de la Capitale-Nationale seront aussi utilisées dans l'activité n° 6.

4.3 Activité n° 3 : Variations spatiales du NO₂, PM_{2,5} et du bruit à l'aide d'un modèle de type *Land use regression* (LUR)

Note : ce projet sera réalisé seulement si les deux conditions suivantes sont respectées : 1) un complément d'investissement financier et matériel obtenu par la DSPublique et ses partenaires, et 2) son échéancier repoussé au-delà de la fin de l'année 2019.

Question de recherche

Quelles sont les concentrations de dioxyde d'azote (NO₂), de PM_{2,5}, et les niveaux de bruit auxquels est exposée la population des quartiers LVBV de Québec et les environs?

Démarche scientifique et méthodes

Le NO₂, les PM_{2,5} et le bruit sont étroitement associés à la circulation automobile. La concentration du NO₂ et les niveaux de bruit varient sur de courtes distances en fonction de la proximité des voies de circulation automobile. Les réseaux ne comportent généralement pas suffisamment de stations d'échantillonnage pour décrire les variations spatiales des concentrations et du bruit à l'échelle des quartiers et des rues. La modélisation de type LUR a été conçue pour décrire les concentrations de contaminants à une échelle spatiale fine, notamment aux endroits qui ne sont pas couverts par des stations d'échantillonnage. Le LUR est un modèle statistique (régression linéaire) s'appuyant sur les caractéristiques de l'environnement bâti et d'utilisation du territoire, ainsi que sur de multiples échantillonnages réalisés sur de courtes périodes de temps avec des appareils portables. La modélisation LUR permet une caractérisation des concentrations de NO₂ et de PM_{2,5} à une échelle intra-urbaine plus fine que l'imagerie satellitaire (activité 2b). L'influence des sources de proximité, comme la présence d'une intersection achalandée ou d'une usine, peut alors être mise en évidence. Le développement d'un modèle LUR comporte deux grandes étapes : 1) l'échantillonnage et 2) la modélisation.

Étape 1- Campagnes d'échantillonnage

La première étape consiste en la réalisation de campagnes d'échantillonnage visant à capter l'influence des sources locales de pollution atmosphérique et de bruit. Pour ce faire, la concentration de NO₂ et PM_{2,5} et les niveaux de bruit seront mesurés sur de multiples sites (approximativement 50 pour les polluants de l'air) à l'aide d'appareils portables. Les campagnes d'échantillonnage des polluants de l'air et du bruit seront d'une durée de deux semaines et conduites lors de deux saisons différentes, en été et en hiver, afin de représenter la variabilité saisonnière. Les sites d'échantillonnage seront choisis de manière à représenter l'exposition de la population, et la variabilité spatiale des concentrations de NO₂ et PM_{2,5} et des niveaux de bruit.

Étape 2- Construction du modèle

Le modèle LUR reliera les concentrations de NO₂ et PM_{2,5} et les niveaux de bruit avec plusieurs variables géospatiales décrivant l'environnement bâti et l'utilisation du territoire, tels la densité du trafic automobile, le nombre d'intersections routières, la proximité des autoroutes et des usines et la présence de parcs, etc. Les variables météorologiques (ex. : température, vitesse du vent) peuvent aussi être incluses. Les coefficients de régression linéaire attribués à chacune des variables seront utilisés pour interpoler les concentrations de NO₂, de PM_{2,5} et les niveaux de bruit sur l'ensemble des territoires LVBV.

Limites

La justesse des estimations du modèle de régression linéaire dépend du nombre et de la représentativité des sites d'échantillonnage. Des incertitudes peuvent être associées aux données géospatiales.

Résultat attendu

Cartes des concentrations moyennes de NO₂, de PM_{2,5} et des niveaux de bruit estimés à une résolution spatiale fine et représentant l'influence des sources locales de pollution, et ce, pour l'ensemble de la zone d'étude.

4.4 **Activité n° 4 : Concentration et composition chimique en métaux des particules en suspension totales (PST)**

Questions de recherche

Quelles sont les concentrations des PST dans les secteurs à l'étude? Est-ce que ces concentrations sont différentes par rapport à d'autres sites de la région? Quelle est la concentration de certains métaux dans les PST? Est-ce que la composition en métaux des PST permet de donner une indication de leur provenance?

Démarche scientifique et méthodes

Les PST seront mesurées à cinq stations d'échantillonnage à l'aide d'échantillonneurs à grand débit de type Hi-Vol. Deux stations du RSQAQ, dans lesquelles se fait actuellement l'échantillonnage des PST, seront utilisées : les stations Québec-Vieux-Limoilou et Québec-Parc Victorin-Beaucage (tableau 2; figure 5). Un échantillonneur à grand débit sera ajouté à la station existante Québec-Saint-Charles-Garnier dans le quartier Montcalm. Deux nouvelles stations seront implantées, soit Québec-Maison des naissances située dans le quartier Limoilou à environ 1,3 km au nord-ouest de la station Québec-Vieux-Limoilou, et la station Québec-CLSC Basse-Ville, dans le quartier Saint-Roch. Les stations ont été positionnées de façon à obtenir un portrait de la variation spatiale intra-urbaine des concentrations de PST dans Limoilou, Vanier et la Basse-Ville, mais aussi en fonction des caractéristiques de la population locale. Ainsi, le site de la Maison des naissances a été sélectionné pour documenter l'exposition du secteur de Saint-François d'Assise du Vieux-Limoilou, défavorisé du point de vue socioéconomique. D'une façon générale, il était important de tenir compte de la topographie du territoire et d'éviter la proximité de sources locales ou d'obstacles afin d'être le plus près possible de l'exposition moyenne des citoyens du secteur. Le site de Saint-Charles-Garnier permettra de comparer les données acquises dans LVBV à un secteur urbain de densité équivalente, mais où les conditions de dispersion atmosphérique pourraient être meilleures. La station CLSC Basse-Ville documentera l'exposition des populations de Saint-Roch et de Saint-Sauveur, deux quartiers de forte densité de population, mais situés plus à l'ouest de la ville et moins influencés par les sources locales d'émissions voisinant la station Vieux-Limoilou. La station Parc Victorin-Beaucage est située dans un quartier un peu moins densément peuplé que les précédents. Elle est la plus à l'ouest de nos stations et donc, selon les vents dominants à Québec, en amont d'une partie significative des émissions polluantes de la ville.

L'échantillonnage aura lieu sur des périodes de 24 heures de 00 h 00 à 00 h 00, et ce, tous les six jours, comme dans l'ensemble du RSQAQ. L'opération des trois stations du MELCC sera assurée par leurs opérateurs, tandis que le personnel de la direction des services techniques du CIUSSSCN sera responsable des deux stations implantées sur des bâtiments du CIUSSS. Les opérateurs externes au MELCC seront formés et suivis par eux. La pesée des filtres sera réalisée à Laval, au laboratoire du Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ).

Sur chacun des filtres de 4 des 5 stations¹¹, neuf éléments métalliques seront analysés, soit l'arsenic (As), le plomb (Pb), le cadmium (Cd), le calcium (Ca), le fer (Fe), le manganèse (Mn), le nickel (Ni), le cobalt (Co) et l'antimoine (Sb). Les analyses seront réalisées au CEAEQ par spectrométrie de masse à source ionisante au plasma d'argon (Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec [CEAEQ], 2012, 2014). Le RSQAQ échantillonne aussi les PM₁₀ à

¹¹ Les métaux ne sont pas analysés sur les filtres de la station Victorin-Beaucage.

l'aide d'un appareil de type « *Dichotomous* » à la station Vieux-Limoilou depuis 2014, et procède à l'analyse du profil de métaux lourds. Le profil de métaux de cet échantillonneur pourra compléter les analyses.

Les teneurs en métaux seront évaluées en fonction des normes de qualité de l'atmosphère du Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère (RAA) et des valeurs toxicologiques de références (VTR) dont les MRL (maximum risk levels) de l'organisme américain *Agency for Toxic Substances and Disease Registry* (ATSDR, 2015). Les résultats seront aussi mis en relation avec les conditions climatiques (ex. : saisonnalité) et météorologiques (ex. : vitesse et direction des vents). Les sources d'émissions principales associées à ces métaux (CIUSSSCN, en préparation) pourraient apporter des indications quant à leur provenance dans les territoires LVBV. Une analyse statistique sera réalisée, si cela s'avère possible, selon la disponibilité des données, pour caractériser l'association entre les particules, les métaux et, dans le cas de la station Vieux-Limoilou, les PM₁₀ et les PM_{2,5}.

Enfin, les données rétrospectives des stations du RSQAQ seront analysées. Ces nouvelles données permettront de bonifier le portrait des poussières, tel que présenté dans le document *Bilan de la qualité de l'air dans une perspective santé* (CIUSSSCN, en préparation).

Limites

Certains des métaux qui seront analysés sont présents et même, dans quelques cas, abondants dans la croûte terrestre, ce qui peut rendre difficile l'identification des sources anthropiques. La multitude de sources anthropiques émettrices peut aussi compliquer l'identification de la proportion attribuable à chaque émetteur. Pour contrer ce problème, il faudrait multiplier le nombre d'échantillons et de stations d'échantillonnage.

Par ailleurs, le projet se limite à l'analyse de seulement neuf métaux. L'analyse d'un plus grand nombre de composés chimiques aurait permis de mieux décrire la problématique des particules et des retombées de poussières (ex. : autres éléments métalliques, sulfates et nitrates, carbone élémentaire et organique, etc.). Enfin, le nombre de stations et la fréquence des échantillonnages ne permettront de réaliser qu'un portrait partiel du secteur d'étude. Les variations locales ne seront pas bien couvertes par l'étude.

Tableau 2
Stations d'échantillonnage des PST pour le projet MEMS

Stations	Adresse	Description
Stations existantes du réseau québécois		
Québec-Vieux-Limoilou (03006)	600, rue des Sables	<ul style="list-style-type: none"> • Centre est de la Basse-Ville (Limoilou) • Secteur résidentiel (triplex et multiplex de moins de neuf logements), commercial et industriel • Secteur bâti dans les années 1920 à 1940 • Petites fabriques et usines majeures (usine de pâtes et papier) • Secteur portuaire (transbordement de vrac solide) • Présence d'une voie de circulation chargée et sujette à des embouteillages (autoroute Dufferin-Montmorency) • Camionnage dense à proximité en raison des activités industrielles
Québec-Parc Victorin-Beaucage (03020)	420, rue Beaucage	<ul style="list-style-type: none"> • Quartier Vanier • Secteur résidentiel et commercial • Secteur bâti surtout dans les années 1940 à 1970 (duplex et triplex)
Nouveaux échantillonneurs implantés pour le projet MEMS		
Québec-Collège Saint-Charles-Garnier (03028)	1150, boulevard René-Lévesque O.	<ul style="list-style-type: none"> • Secteur central de la Haute-Ville de Québec (Montcalm) • Station existante • Cour arrière d'une école • Secteur bâti dans les années 1930 à 1950 • Prédominance résidentielle et commerciale (entreprises de service) • Surtout des triplex et multiplex de moins de neuf logements
Québec-Maison des naissances (03096)	1280, 1 ^{re} Avenue	<ul style="list-style-type: none"> • Milieu résidentiel similaire à celui de la station Vieux-Limoilou • À l'ouest des secteurs industriels et portuaires
Québec-CLSC Basse-Ville (03097)	50, rue Saint-Joseph Est	<ul style="list-style-type: none"> • Basse-Ville de Québec • Entre les quartiers Saint-Roch et Saint-Sauveur • Prédominance résidentielle (triplex)



Fig. 5 - Localisation des stations d'échantillonnage des PST.
(image Google Earth)

Résultats attendus

- Distribution intra-urbaine des PST et des métaux.
- Comparaison des concentrations de PST et de leur composition en métaux par rapport à d'autres villes du Québec, du Canada, et ailleurs dans le monde.
- Comparaison des concentrations mesurées aux normes et critères de qualité de l'atmosphère du Québec et aux VTR.

4.5 Activité n° 5 : Concentrations des particules de taille inférieure à 2,5 μm ($\text{PM}_{2,5}$).

Questions de recherche

Quelles sont les concentrations des particules en suspension de taille inférieure à 2,5 μm pour certains sites dans les secteurs à l'étude? Est-ce que ces concentrations sont différentes par rapport à d'autres sites de la ville et de la région?

Démarche scientifique et méthodes

Les données des stations de mesure des $\text{PM}_{2,5}$ du RSQAQ et de l'APQ seront utilisées. L'actuel réseau du RSQAQ à Québec comprend trois stations avec mesure des $\text{PM}_{2,5}$, ce qui fait de Québec la ville ayant le plus grand nombre de stations permanentes avec mesure des $\text{PM}_{2,5}$ par 100 000 habitants au Québec (figure 6). Les trois stations de mesure du RSQAQ dans la ville de Québec sont présentées au tableau 2.

En plus des stations précédentes, les données pour la période 2016-2018 de trois stations d'échantillonnage des PM_{2,5} opérées par l'APQ seront utilisées. Deux de ces stations sont situées dans le quartier Vieux-Limoilou, et la troisième dans le secteur du Cap-Blanc. Les procédures de contrôle et d'assurance qualité du MELCC et de l'APQ seront analysées avant que les données puissent être utilisées.

Les PM_{2,5} sont mesurées avec des moniteurs BAM 1020 (Beta attenuation monitor) (MELCC) ou SHARP 5030 (APQ). Ces appareils produisent en continu des résultats horaires (24 concentrations horaires moyennes par jour).

Les données seront aussi comparées à trois autres stations du RSQAQ à l'extérieur de la ville de Québec pour décrire le contexte régional des variations spatiales des concentrations de PM_{2,5} à Québec (tableau 2; figure 6). Enfin, les données rétrospectives des stations du RSQAQ qui ont été analysées dans le document *Bilan de la qualité de l'air dans une perspective santé* (CIUSSSCN, en préparation) seront mises à jour et elles permettront d'apprécier l'évolution du portrait des particules dans le temps.

Un rapport sur les résultats des activités n° 4 et n° 5 sera présenté à la fin du projet.

Limites

Les variations spatiales fines des concentrations de PM_{2,5} et l'influence de certaines sources d'émissions ne peuvent être mises en évidence par le réseau de stations d'échantillonnage.

Résultats attendus

- Variations spatiales des concentrations de PM_{2,5} dans les territoires LVBV et dans la région.
- Variations intra-urbaines et interquartiers des concentrations de PM_{2,5}.
- Évaluation des variations temporelles des concentrations de PM_{2,5}.
- Variation des concentrations de PM_{2,5} selon les conditions météorologiques (vitesse et direction des vents, température, précipitation, etc.).



Fig. 6 - Localisation des stations de mesure de PM_{2,5} de la qualité de l'air du RSQAQ dans la communauté métropolitaine de Québec.

(image Google Earth)



Fig. 7 - Localisation des stations de mesure des PM_{2,5} de la qualité de l'air du RSQAQ à proximité de la ville de Québec.

(image Google Earth)

Tableau 3
Stations de mesure des PM_{2,5} à Québec et la région

Stations	Adresse	Description
Stations de la ville de Québec		
Québec-École Les Primevères (03021)	1465, rue Félix-Antoine-Savard, Québec	<ul style="list-style-type: none"> Banlieue ouest datant des années 1970 et 1980 Prédominance de plain-pied Grande influence du chauffage au bois
Québec-Collège Saint-Charles-Garnier (03028)	1150, boulevard René-Lévesque O., Québec	<ul style="list-style-type: none"> Cour arrière d'une école Secteur central de la Haute-Ville de Québec (Montcalm) Secteur bâti dans les années 1930 à 1950 Prédominance résidentielle et commerciale (entreprises de service) Surtout des triplex et multiplex de moins de neuf logements
Québec-Vieux-Limoilou (03006)	600, rue des Sables, Québec	<ul style="list-style-type: none"> Centre est de la Basse-Ville (Limoilou) Secteur résidentiel (triplex et multiplex de moins de neuf logements), commercial et industriel Secteur bâti dans les années 1920 à 1940 Petites fabriques et usines majeures (usine de pâtes et papier) Secteur portuaire (transbordement de vrac solide) Présence d'une voie de circulation chargée et sujette à des embouteillages (autoroute Dufferin-Montmorency) Niveau élevé de camions qui desservent les industries
Autres stations de la région		
Lévis-Parc Georges-Maranda (03062)	200, rue des Commandeurs	<ul style="list-style-type: none"> Secteur urbain résidentiel Prédominance de plain-pied Quatre km au sud-est de la station Vieux-Limoilou
Deschambault-RAMCO (03200)	334, 3 ^e Rang, Deschambault	<ul style="list-style-type: none"> Milieu agricole 58 km au sud-ouest de Québec
Notre-Dame-du-Rosaire (03720)	Rang Saint-Louis, Notre-Dame-du-Rosaire	<ul style="list-style-type: none"> Milieu forestier 60 km à l'est de Québec

4.6 Activité n° 6 : Estimation de la part de l'incidence de l'asthme infantile et des décès par cardiopathie ischémique attribuable aux contaminants atmosphériques

Question de recherche

Quel est le nombre de cas 1) d'asthme infantile et 2) de décès par cardiopathie ischémique attribuable à l'exposition aux contaminants atmosphériques dans la région de la Capitale-Nationale?

Démarche scientifique et méthodes

L'exposition aux contaminants de l'air extérieur tels que les PM_{2,5}, le SO₂ et les NO₂, a été associée à l'incidence de l'asthme infantile (Smargiassi, et coll., 2009) et aux décès par cardiopathie ischémique (Lin, et coll., 2003; Xu, et coll., 2014). Pour ces deux événements de santé, le nombre de cas attribuable à la pollution atmosphérique sera estimé à partir des informations suivantes :

- les concentrations de NO₂ et PM_{2,5} proviendront des résultats produits dans le cadre des activités n^{os} 2 et 3;
- les nouveaux cas d'asthme infantile et de cardiopathie ischémique retrouvés dans le SISMACQ. Cette base de données inclut tous les résidents du Québec qui sont assurés par le régime public d'assurance maladie du Québec (RAMQ). Les cas incidents d'asthme ainsi que les décès par cardiopathie ischémique seront identifiés à l'aide de définitions validées utilisant les codes de la Classification internationale des maladies;
- les fonctions de risque issues d'études épidémiologiques sur l'exposition aux polluants de l'air et l'incidence de l'asthme infantile (Smargiassi, et coll., 2009) et les décès par cardiopathie ischémique (pour tous les âges).

Le nombre de cas attribuable sera calculé par secteur de recensement, soit la plus petite unité géographique possible permettant de conserver la confidentialité, et ce, pour la région de la Capitale-Nationale. Cette information à fine échelle géographique est actuellement manquante et requise par les régions sociosanitaires pour quantifier les problèmes associés à la pollution de l'air et au bruit environnemental. Les indicateurs seront calculés pour quelques années réunies étant donné le faible nombre de cas incidents de maladies par unité géographique, ainsi que pour des raisons de confidentialité.

Limites

Les limites associées à l'estimation de l'exposition des populations ont été brièvement évoquées précédemment (activités n° 2 et n° 3). Bien que l'identification des nouveaux cas repose sur l'utilisation d'algorithmes validés, des erreurs de diagnostic peuvent toujours se glisser dans les données médico-administratives du SISMACQ. Finalement, l'incertitude associée aux fonctions de risque est inhérente aux limites des études à partir desquelles elles ont été élaborées.

L'évaluation de l'exposition est habituellement la principale limite des études épidémiologiques observationnelles sur les effets de la pollution de l'air sur la santé humaine.

Résultat attendu

Calcul du nombre de cas d'asthme infantile et de décès par cardiopathie ischémique attribuable aux PM_{2,5} et au NO₂

4.7 Activités n° 7 : Comparaison de l'incidence de l'asthme infantile attribuable aux contaminants atmosphériques et à la fumée secondaire de tabac

Questions de recherche

Pour l'incidence de l'asthme infantile, comment se compare la part attribuable à l'exposition aux contaminants atmosphériques par rapport à celle attribuable à l'exposition à la fumée secondaire de tabac?

L'exposition à la pollution de l'air et à la fumée secondaire du tabac contribue-t-elle de façon similaire à l'incidence de l'asthme infantile?

Démarche scientifique et méthodes

La fumée de cigarette est un déterminant de santé important. La cigarette est associée à une multitude de maladies respiratoires et cardiovasculaires, dont l'asthme et la mortalité par cardiopathie ischémique. Dans la zone à l'étude, la prévalence du tabagisme est élevée (Direction de santé publique du CIUSSS de la Capitale-Nationale, 2018). L'impact de l'exposition à la fumée secondaire du tabac (EST) (Institut de la statistique du Québec, 2012) sur l'incidence de l'asthme infantile et les décès par cardiopathie ischémique sera estimé, puis comparé aux estimations produites pour les polluants de l'air (activité n° 6, section 4.6).

La méthode utilisée pour évaluer le nombre d'événements sanitaires attribuable à l'EST est similaire à celle utilisée à l'activité n° 6 (section 4.6). Brièvement, les cas annuels d'asthme infantile et de décès par cardiopathie ischémique seront identifiés à partir du SISMACQ. La proportion des personnes (enfants et adultes) de LVBV exposées à la fumée de tabac sera tirée de données d'enquêtes existantes. Finalement, les relations entre l'EST et l'incidence de l'asthme et les décès par cardiopathie ischémique seront tirées de recherches publiées (Brown, et coll., 2018; O'Connor, et coll., 2018). Le nombre de cas attribuable à l'EST sera calculé pour la plus petite unité géographique possible, selon les données disponibles de prévalence du tabagisme.

Limites

Les limites du SISMACQ ont été évoquées à l'activité n° 6. La qualité des données de l'EST sera déterminante pour la précision de l'estimation des contributions de l'EST à l'incidence de l'asthme et de la cardiopathie ischémique.

Résultats attendus

- Estimation du nombre de cas d'asthme infantile attribuable à l'EST.
- Comparaison entre le nombre estimé de cas d'asthme infantile attribuable à la pollution atmosphérique et à l'EST.

5 Rapport final du volet qualité de l'air extérieur de MEMS

Le rapport final du volet QAE de MEMS synthétisera les résultats des activités de recherche et tentera de répondre à l'objectif de départ, soit de déterminer si la pollution atmosphérique dans LVBV peut en partie expliquer le bilan de santé défavorable de ces quartiers relativement au reste de la région.

Parallèlement au portrait des indicateurs de santé, le rapport final dressera un portrait des PST et des particules fines ($PM_{2,5}$) dans les territoires LVBV de la ville de Québec. Le travail sera axé surtout sur les quartiers LVBV où sont installées la majorité des stations d'échantillonnage du RSQAQ, ainsi que les stations de l'APQ dont les résultats seront intégrés au projet. Le rapport comprendra une description de l'évolution des concentrations moyennes, du profil en métaux des PST et des pics de concentrations dans LVBV en parallèle avec ceux mesurés dans le reste de la ville, dans la région de la Capitale-Nationale et ailleurs au Québec. L'effet des variations saisonnières et des conditions météorologiques sur les concentrations de $PM_{2,5}$ sera également décrit succinctement.

Les PST comportent une forte proportion de particules de grand diamètre qui se déposent près des sources d'émissions. La distribution intra-urbaine des PST est plus hétérogène que celle des particules fines. La mesure des PST est le paramètre le plus étroitement lié aux nuisances et aux retombées de poussières qui ont été constatées dans LVBV. Avec les stations d'échantillonnage ajoutées pour le projet, le rapport final présentera une évaluation des concentrations de PST et du potentiel de nuisance des retombées de poussières sur l'ensemble des territoires LVBV, ce qui permettra des comparaisons avec d'autres quartiers de la ville et d'autres villes du Québec. De plus, les neuf métaux qui seront analysés dans les PST décriront un peu mieux la pollution par la poussière métallique dans LVBV.

En plus de dresser les portraits généraux des $PM_{2,5}$, PST et métaux dans LVBV, le rapport présentera les résultats d'activités scientifiques qui visent à mieux caractériser l'exposition des populations aux contaminants atmosphériques, soit avec le modèle de dispersion atmosphérique CALPUFF, avec les données de télédétection par satellite et, finalement, avec la modélisation statistique de type LUR. La modélisation CALPUFF permettra d'évaluer l'influence locale sur la qualité de l'air des émissions de certaines sources industrielles dans LVBV. Les données satellitaires apporteront une information sur les concentrations ambiantes générales des $PM_{2,5}$ et du NO_2 dans LVBV et sur le territoire de l'ensemble de la ville. La modélisation statistique LUR permettra de caractériser plus finement la variabilité spatiale des concentrations de NO_2 , de $PM_{2,5}$ et de bruit. Le NO_2 , qui est émis principalement par le secteur des transports, et aussi par le secteur industriel, est reconnu pour sa grande variabilité intra-urbaine. Compte tenu de la présence de plusieurs axes routiers importants sur les territoires de LVBV, il semble nécessaire d'y apporter une attention particulière. Finalement, le bruit, lui aussi lié principalement au trafic routier, fera également l'objet d'une caractérisation.

Le rapport final présentera un recensement des cas annuels d'asthme infantile et de décès par infarctus du myocarde dans LVBV à partir du SISMACQ. Ceux-ci seront mis en relation avec l'estimation de l'exposition au NO₂ et aux PM_{2,5} réalisée avec la modélisation LUR et les données satellitaires. Le nombre de cas attribuable à ces deux polluants sera estimé. Le nombre de cas d'asthme attribuable à l'exposition aux émissions de certaines sources industrielles de PM_{2,5}, SO₂ et NO₂ sera aussi estimé.

Finalement, l'effet de la qualité de l'air comme déterminant de la santé dans LVBV sera relativisé face à un déterminant majeur de la santé relié aux habitudes de vie, soit le tabagisme. Les données existantes montrent une plus forte proportion de tabagisme dans LVBV. Les statistiques de l'usage du tabac seront mises à jour dans le cadre de ce projet pour la région de la Capitale-Nationale (Direction de santé publique du CIUSSS de la Capitale-Nationale, 2018). La proportion de l'asthme infantile et de la mortalité par cardiopathie ischémique attribuable à l'exposition à la fumée secondaire du tabac sera estimée.

L'étape finale du volet QAE de MEMS consistera pour la DSPublique à identifier, de concert avec les parties prenantes et les membres du Comité-conseil, les avenues de réduction de l'exposition aux contaminants dans LVBV susceptibles d'accroître les bénéfices pour la santé. Le document rapportant ces recommandations fera l'objet de la dernière production écrite de ce projet.

6 Conclusion

Le projet « Mon environnement, ma santé » sur la QAE vise à répondre à la question de recherche principale, à savoir : « *Quelle est la part des problèmes de santé respiratoire et cardiovasculaire des citoyens des secteurs de Limoilou, Vanier et Basse-Ville attribuable à la qualité de l'air extérieur?* ». Il permettra de décrire davantage et de mieux comprendre les multiples facteurs de risque pour la santé auxquels fait face la population des territoires LVBV, ainsi que leurs liens avec la qualité de l'air.

Le projet MEMS ne pourra toutefois pas aborder tous les problèmes de santé associés à la pollution atmosphérique. En effet, coupler des cartographies de polluants et de maladies représente encore des défis méthodologiques importants et une très grande disponibilité en ressources humaines et financières. De plus, plusieurs organisations s'attendent à ce que le projet permette de cibler les sources de pollution. Or, les sources de contamination environnementale sont multiples et ne sont pas bien répertoriées ou documentées. Il peut être alors difficile dans ce contexte d'associer une source précise à un contaminant. Cependant, les connaissances générées permettront aux différentes parties prenantes de se mobiliser sur des problèmes mieux documentés et d'agir en concertation dans un seul but : améliorer la qualité de l'air du secteur.

Deux des axes d'intervention et de recherche, les axes I et IV, ne produiront pas de nouvelles données de qualité de l'air ou de nouvelles statistiques de santé. Ces axes encadrent les modalités de réalisation du projet et le placent dans une démarche plus large que la seule dimension scientifique, soit une approche participative qui donne aux membres de la communauté et aux parties prenantes un rôle d'orientation dans les différentes étapes de réalisation du projet. Le projet s'appuie en cela sur les meilleures pratiques de gestion des risques (INSPQ, 2016; Ricard et Bolduc, 2003). L'étape de gestion des risques tiendra compte finalement des dimensions environnementale, socioéconomique, éthique et même politique.

De plus, le projet s'inscrit dans une approche intersectorielle qui implique les citoyens autant que l'industrie, les gouvernements, le secteur universitaire et les organismes régionaux œuvrant dans le domaine de la gestion des risques environnementaux. Le projet reconnaît l'importance des communications tout au long de son déroulement. Des structures de concertation ont été mises en place, invitant à la transparence et au dialogue les parties prenantes ayant des intérêts en apparence divergents. Cette démarche multidimensionnelle favorisera le développement d'une compréhension plus juste des enjeux et l'élaboration de recommandations concrètes et réalistes.

7 Références bibliographiques

- Ancona, C., Badaloni, C., Mataloni, F., Bolignano, A., Bucci, S., Cesaroni, G., Sozzi, R., Davoli, M., et Forastiere, F. (2015). Mortality and morbidity in a population exposed to multiple sources of air pollution: A retrospective cohort study using air dispersion models. *Environ Res*, 137, 467-474.
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry, (2015). ToxGuides. Repéré à <https://www.atsdr.cdc.gov/toxguides/index.asp>.
- Beasley, R., Semprini, A., et Mitchell, EA. (2015). Risk factors for asthma: is prevention possible? *Lancet*, 386(9998), 1075-1085.
- Beelen, R., Raaschou-Nielsen, O., Stafoggia, M., Andersen, ZJ., Weinmayr, G., Hoffmann, B., et coll. (2014). Effects of long-term exposure to air pollution on natural-cause mortality: an analysis of 22 European cohorts within the multicentre ESCAPE project. *Lancet*, 383(9919), 785-795.
- Bencze, L., et Pouliot, C. (2016). Battle of the Bands: Toxic dust, active citizenship and science education. *Journal for Activist Science and Technology Education*, 7(1), 1-21.
- Brauer, M., Reynolds, C., et Hystad, P. (2012). *Traffic-related air pollution and health: a Canadian perspective on scientific evidence and potential exposure-mitigation strategies*. The University of British Columbia, School of Population and Public Health, 112 p. Repéré à <https://open.library.ubc.ca/cIRcle/collections/facultyresearchandpublications/52383/items/1.0132718>.
- Brière, JF. (2015). *Effets sur l'air ambiant des émissions de l'incinérateur de la ville de Québec : évaluation par modélisation de la dispersion atmosphérique*, 2^e édition. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques et Direction du suivi de l'état de l'environnement, Québec, 16 p. + 13 annexes.
- Brown, SW., Liu, B., et Taioli, E. (2018). The Relationship Between Tobacco Smoke Exposure and Airflow Obstruction in US Children: Analysis of the National Health and Nutrition Examination Survey (2007-2012). *Chest*, 153(3), 630-637.
- Brugge, D., Durant, JL., et Rioux, C. (2007). Near-highway pollutants in motor vehicle exhaust: a review of epidemiologic evidence of cardiac and pulmonary health risks. *Environ Health*, 6.
- Canadian Urban Environmental Health Research Consortium (CANUE), (2018). Repéré à <http://canue.ca/?lang=fr>.

- Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ). (2012). *Détermination des particules : méthode gravimétrique. MA. 100 – Part. 1.0, Rév. 4*. MDDELCC, 9 p. Repéré à <http://www.ceaeq.gouv.qc.ca/methodes/pdf/MA100Part10.pdf>.
- Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ). (2014). *Détermination des métaux : méthode par spectrométrie de masse à source ionisante au plasma d'argon. MA. 200 – Mét 1.2, Rév. 5*. MDDELCC, 36 p. Repéré à <http://www.ceaeq.gouv.qc.ca/methodes/pdf/MA200Met12.pdf>.
- Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de la Capitale-Nationale (CIUSSS-CN) (2017). *L'indice de défavorisation matérielle et sociale 2011 dans la Capitale-Nationale : une nouvelle version pour mieux caractériser nos territoires*. Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de la Capitale-nationale, Direction de santé publique, 36 p. Repéré à https://www.ciuisscapitalenationale.gouv.qc.ca/sites/default/files/doc_indice_defavorisation_materielle_et_sociale_2011_.pdf.
- Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de la Capitale-Nationale (CIUSSS-CN) (2018a). *Les inégalités sociales de santé dans Basse-Ville et Limoilou-Vanier. Regard spécifique sur 18 indicateurs*. Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de la Capitale-nationale, Direction de santé publique, 41 p. Repéré à https://www.ciuiss-capitalenationale.gouv.qc.ca/sites/default/files/fas_iss_basse-ville-limoilou-vanier_2018-04-06.pdf.
- Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de la Capitale-Nationale (CIUSSS-CN) 2018b. Cadrage du projet. *Projet « Mon environnement, ma santé » : volet de la qualité de l'air extérieur*. Direction de santé publique du Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de la Capitale-Nationale, Québec, 41 p.
- Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de la Capitale-Nationale (CIUSSS-CN) (en préparation). *Bilan de la qualité de l'air extérieur dans les secteurs de Limoilou, Vanier et Basse-Ville de la ville de Québec dans une perspective santé*. Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de la Capitale-nationale, Direction de santé publique.
- Clark, LP., Millet, DB., et Marshall, JD. (2014). National patterns in environmental injustice and inequality: outdoor NO₂ air pollution in the United States. *PloS one*, 9(4), e94431. Repéré à <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0094431>.
- Corporation des parcs industriels du Québec (2018). *Les parcs industriels de Québec*. Repéré à <http://www.parcsindustriels.ca/index.php/fr/cpiq/les-parcs-industriels-de-quebec>.
- Crouse, DL., Goldberg, MS., et Ross, NA. (2009). A prediction-based approach to modelling temporal and spatial variability of traffic-related air pollution in Montreal, Canada. *Atmospheric Environment*, 43(32), 5075-5084.

Diaz-Gutierrez, J., Ruiz-Canela, M., Gea, A., Fernandez-Montero, A., et Martinez-Gonzalez, MA. (2017). Association Between a Healthy Lifestyle Score and the Risk of Cardiovascular Disease in the SUN Cohort. *Rev Esp Cardiol (Engl Ed)*.

Direction de santé publique du CIUSSS de la Capitale-Nationale, (2017). *Indice de défavorisation matérielle et sociale 2011 dans la Capitale-Nationale : une nouvelle version pour mieux caractériser nos territoires*. Repéré à <https://www.ciusss-capitalenationale.gouv.qc.ca/indice-de-defavorisation-materielle-et-sociale-2011-dans-la-capitale-nationale-une-nouvelle-version>.

Direction régionale de santé publique, (2012). *Portrait de santé de la région de la Capitale-Nationale 2012*. Agence de santé et services sociaux de la Capitale-Nationale, 419 p. Repéré à http://www.ciusss-capitalenationale.gouv.qc.ca/sites/default/files/portrait2012_web_final.pdf.

Environnement Canada, (2013). *Canadian Smog Science Assessment Volume 1 : Atmospheric Science and Environmental/Economic impacts*, 1035 p.

Environnement Canada, (EC) (2012). *Évaluation scientifique canadienne du smog - Faits saillants et messages clés*. Repéré à <http://publications.gc.ca/site/fra/9.638991/publication.html>.

Goldberg, MS., Burnett, RT., Bailar, JC 3rd., Brook, J., Bonvalot, Y., Tamblyn, R., ... Vincent R. (2001a). The association between daily mortality and ambient air particle pollution in Montreal, Quebec. 2. Cause-specific mortality. *Environ Res*, 86(1), 26-36.

Goldberg, MS., Burnett, RT., Brook, J., Bailar, JC. 3rd, Valois, MF., et Vincent, R. (2001b). Associations between daily cause-specific mortality and concentrations of ground-level ozone in Montreal, Quebec. *Am J Epidemiol*, 154(9), 817-826.

Goldberg, MS., Burnett, RT., Yale, JF., Valois, MF., et Brook, JR. (2006). Associations between ambient air pollution and daily mortality among persons with diabetes and cardiovascular disease. *Environ Res*, 100(2), 255-267.

Hankey, S., et Marshall, JD. (2017). Urban Form, Air Pollution, and Health. *Curr Environ Health Rep*, 4(4), 491-503. Repéré à https://depts.washington.edu/airqual/Marshall_85.pdf.

Hänninen, O., Knol, AB., Jantunen, M., Lim, TA., Conrad, A., Rappolder, M., et Mekel, OC. EBoDE Working Group. (2014). Environmental burden of disease in Europe: assessing nine risk factors in six. *EHP Environmental Health Perspectives*. Repéré à <https://ehp.niehs.nih.gov/doi/10.1289/ehp.1206154>.

Institut national de santé publique du Québec (INSPQ), (2007). *Les maladies du coeur et les maladies vasculaires cérébrales : prévalence, morbidité et mortalité au Québec*. Repéré à <https://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/590MaladiesCoeursVasculairesCerebrales.pdf>.

- Institut national de santé publique du Québec (INSPQ), (2015). *Avis sur une politique québécoise de lutte au bruit environnemental : pour des environnements sonores sains*. Avis scientifique. Direction des risques biologiques et de la santé au travail. Martin R, Deshaies P, Poulin M, 239 p. Repéré à https://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/2048_politique_lutte_bruit_environnemental.pdf.
- Institut national de santé publique du Québec (INSPQ), (2016). *La gestion des risques en santé publique au Québec : cadre de référence*. Cortin V, Laplante L, Dionne M, et coll., Montréal, 87 p. Repéré à https://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/2106_gestion_risques_sante_publique.pdf.
- Institut national de santé publique du Québec (INSPQ), (2017). *Cadre de qualité des données du Système intégré de surveillance des maladies chroniques du Québec. Rapport méthodologique*. Gagnon R, Rochette L, Plante C, et Bureau d'information et d'études en santé des populations, 38 p. Repéré à https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/2241_cadre_donnees_systeme_surveillance_maladies_chroniques.pdf.
- Institut de la statistique du Québec (2012). *Enquête sur les habitudes tabagiques des Québécois : une étude portant sur des comportements méconnus face à un phénomène connu*. Dubé G, Lavoie A, et Laprise P. Repéré à <http://www.stat.gouv.qc.ca/statistiques/sante/bulletins/zoom-sante-201205.pdf>.
- Inventaire national des émissions de polluants atmosphériques (INRP), (2016). 1990–2014. Environnement Canada. Repéré à http://publications.gc.ca/collections/collection_2017/eccc/En81-26-2015-fra.pdf.
- Khreis, H., de Hoogh, K. et Nieuwenhuijsen, MJ. (2018). Full-chain health impact assessment of traffic-related air pollution and childhood asthma. *Environ Int.*
- Khreis, H., Kelly, C., Tate, J., Parslow, R., Lucas, K., et Nieuwenhuijsen, M. (2017). Exposure to traffic-related air pollution and risk of development of childhood asthma: A systematic review and meta-analysis. *Environ Int*, 100, 1-31.
- Lin, CA., Amador Pereira, LA., de Souza Conceicao, GM., Kishi, HS., Milani, R Jr., Ferreira Braga, AL., et Nascimento Saldiva, PH. (2003). Association between air pollution and ischemic cardiovascular emergency room visits. *Environ Res*, 92(1), 57-63.
- Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999). Accessible en ligne : <http://laws-lois.justice.gc.ca/fra/lois/c-15.31/>.
- Martenies, SE., Milando, CW., Williams, GO., et Batterman, SA. (2017). Disease and Health Inequalities Attributable to Air Pollutant Exposure in Detroit, Michigan. *Int J Environ Res Public Health*, 14(10). Repéré à <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5664744/pdf/ijerph-14-01243.pdf>.

- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP), (2011). *Inventaire des émissions des principaux contaminants atmosphériques en 2008 et évolution depuis 1998*. 30 p. ISBN : 978-2-550-62518-6. Repéré à <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/air/inventaire/rapport2008.pdf>.
- O'Connor, GT., Lynch, SV., Bloomberg, GR., Kattan, M., Wood, RA., Gergen, PJ., et coll. (2018). Early-life home environment and risk of asthma among inner-city children. *J Allergy Clin Immunol*, 141(4), 1468-1475.
- Pleim, J., et Mckeen, S. (2012). Meteorological processes affecting air quality – research and model development needs. *Air and waste management associations magazine for environmental managers. air & waste management association, Pittsburgh, PA,(9)*, 52-55.
- Rabl, A. (2005). Air pollution mortality: harvesting and loss of life expectancy. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A*, 68(13-14), 1175-1180.
- Radhakrishnan, DK., Dell, SD., Guttman, A., Shariff, SZ., Liu, K., et To, T. (2014). Trends in the age of diagnosis of childhood asthma. *J Allergy Clin Immunol*, 134(5), 1057-1062 e1055.
- Ragettli, MS., Goudreau, S., Plante, C., Fournier, M., Hatzopoulou, M., Perron, S., et Smargiassi, A. (2016). Statistical modeling of the spatial variability of environmental noise levels in Montreal, Canada, using noise measurements and land use characteristics. *J Expo Sci Environ Epidemiol*, 26(6), 597-605.
- Ricard, S., et Bolduc, D. (2003). *Cadre de référence en gestion des risques pour la santé dans le réseau québécois de la santé publique*. Institut national de santé publique du Québec, 85 p.
- Santé Canada, (2016a). *Évaluation des risques pour la santé humaine des particules grossières*. Santé Canada. Repéré à <https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/publications/vie-saine/evaluation-risques-pour-sante-humaine-particules-grossieres-sommaire.html>.
- Santé Canada, (2016b). *Évaluation des risques pour la santé humaine du dioxyde d'azote ambiant*. Repéré à http://publications.gc.ca/collections/collection_2016/sc-hc/H114-31-2016-fra.pdf.
- Smargiassi, A., Kosatsky, T., Hicks, J., Plante, C., Armstrong, B., Villeneuve, PJ., et Goudreau, S. (2009). Risk of asthmatic episodes in children exposed to sulfur dioxide stack emissions from a refinery point source in Montreal, Canada. *Environ Health Perspect*, 117(4), 653-659. Repéré à <https://ehp.niehs.nih.gov/doi/pdf/10.1289/ehp.0800010>.
- Toskala, E., et Kennedy, DW. (2015). Asthma risk factors. *Int Forum Allergy Rhinol*, 5 Suppl 1, S11-16.

Ville de Québec, (2011). *Chauffage au bois, feux extérieurs et chauffage urbain collectif à la biomasse. Effets sur la santé et la pollution de l'air. Analyse pour le territoire de la ville de Québec*. Verrault S, 81 p.

Walsh, P., et Brière, JF. (2018) *L'incinérateur et la qualité de l'air dans l'arrondissement La Cité-Limoilou*. Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. Direction générale du suivi de l'état de l'environnement, 46 p. + 7 annexes. Repéré à <http://www.environnement.gouv.qc.ca/air/ambient/incinerateur/rapport-prog-echantillonnage.pdf>.

WHO, (2013). Review of evidence on health aspects of air pollution – REVIHAAP Project Technical Report., 302 p. Repéré à <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/publications/2013/review-of-evidence-on-health-aspects-of-air-pollution-revihaap-project-final-technical-report>.

Xu, M., Guo, Y., Zhang, Y., Westerdahl, D., Mo, Y., Liang, F., et Pan, X. (2014). Spatiotemporal analysis of particulate air pollution and ischemic heart disease mortality in Beijing, China. *Environ Health*, 13, 109.

Annexe 1 - Devis

Devis – Mon environnement, ma santé - Volet Qualité de l'air extérieur
Question de recherche principale : « Quelle est la part des problèmes de santé respiratoires des secteurs de Limoilou, Vanier et Basse-Ville attribuable à la qualité de l'air extérieur? »
Tableau synoptique des projets

Axe I : Mise sur pied des structures participatives de concentration incluant les parties prenantes	
Axe	Objetif 1 : Élaborer des recommandations permettant d'améliorer la qualité de l'air dans les secteurs à l'étude, de façon participative et en concertation avec l'ensemble des parties prenantes. Comment à baser que les objectifs, les méthodes, les résultats et les solutions répondent aux préoccupations de l'ensemble des parties prenantes du projet.
Structures	Comité-conseil
Composition	Direction de santé publique, ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDEELCC), conseil de quartier, CIUSSS de la Capitale-Nationale, industries, organisations communautaires et environnementales
Mandats	Recommandations sur les orientations, recommandations à la Ville de Québec, recommandations aux parties prenantes
Nom des livrables	Cartage*
Échéances	Avril 2018
Responsables	Équipe de projet
Questions de recherche	Quels sont les facteurs de risque présents dans les secteurs de Limoilou, Vanier et Basse-Ville qui ligament l'air extérieur? Ou se positionne le volet sur la Qualité de l'air extérieur (vs-à-vis des autres défis de santé publique que rencontrent les secteurs à l'étude?)
Devis d'étude	En quoi consistent les projets qui permettent de répondre à la question de recherche principale posée dans le volet Qualité de l'air extérieur?
Portait des milieux associées aux particules dans les secteurs de Limoilou, Vanier et Basse-Ville de la Ville de Québec	Direction de santé publique, MDEELCC, Institut national de santé publique du Québec (INSPQ), chercheurs
Portait des milieux associées aux particules dans les secteurs de Limoilou, Vanier et Basse-Ville de la Ville de Québec	Soutien scientifique à la réalisation de la recherche
Équipe de projet	Direction de santé publique et chercheurs
Rapport d'avancement n°1	Janvier 2018 (n°1), Juin 2018 (n°2),
Rapport d'avancement n°2	Décembre 2018 (n°3) et Décembre 2019 (final)
Rapport d'avancement n°3	Équipe de projet
Rapport final	Voir tous les projets ci-dessous.

Livrables inscrits dans l'entente	
Axe II : Description de la santé de la population et de son exposition aux contaminants atmosphériques	<p>Objetif 2 : Décrire l'état de santé de la population et ses principaux facteurs de risque</p> <p>Projet n°1 : Position des secteurs de Limoilou, Vanier et Basse-Ville relativement aux inégalités sociales de santé respiratoires des secteurs de la Capitale-Nationale</p> <p>Direction de santé publique, équipe d'évaluation, administration (PESA)</p> <p>Est-ce que les indicateurs de santé des différents secteurs de la région présentent des différences significatives comparativement à ceux de la région? Est-ce que les habitudes de vie et certains déterminants de santé sont différents dans les secteurs à l'étude par rapport à ceux de la région?</p> <p>Les indicateurs de santé et les indicateurs d'habitudes de vie disponibles pour les secteurs à l'étude seront comparés avec ceux de la région de la Capitale-Nationale.</p>
Objetifs	<p>Objetif 3 : Décrire l'exposition de la population aux contaminants atmosphériques</p> <p>Projet n°3 : Description spatiale des concentrations moyennes annuelles de polluants atmosphériques de NO₂ et de O₃ dans les secteurs à l'étude? ** en attente de financement complémentaire</p> <p>Chercheurs</p> <p>Quelles sont les concentrations de polluants atmosphériques dans les secteurs à l'étude? Est-ce que les concentrations sont différentes par rapport à d'autres sites de la région? Quelle est leur composition en métaux? Est-ce que la composition en métaux de ces particules permet d'identifier leurs sources principales? Quels sont les effets connus de ces particules sur la santé?</p> <p>Ce projet comporte une campagne d'échantillonnage sur le terrain, à partir de laquelle seront modélisés les niveaux de NO₂, un polluant présentant une grande variabilité spatiale.</p>
Projets	<p>Projet n°2 : Description spatiale des concentrations moyennes annuelles de contaminants atmosphériques de ceux émis par les industries</p> <p>Chercheurs</p> <p>Quelles sont les concentrations de polluants atmosphériques émis par les industries industrielles de la région? Quels sont les polluants (NRP) auxquels sont exposés les résidents des secteurs à l'étude? Quels sont les niveaux de PM_{2.5} selon l'imagerie satellitaire à une résolution de 1 km?</p>
Responsables	Chercheurs
Questions de recherche	<p>Objetif 4 : Décrire les niveaux de particules (PST et PM_{2.5}) et leurs effets connus sur la santé</p> <p>Projet n°4 : Description de la concentration et de la composition chimique en métaux des particules en suspension totales (PST)</p> <p>Équipe de projet et MDEELCC</p> <p>Quelles sont les concentrations des particules en suspension totales (PST) dans les secteurs à l'étude? Est-ce que ces concentrations sont différentes par rapport à d'autres sites de la région? Quelles sont les concentrations moyennes annuelles de ces particules? Quels sont les effets connus de ces particules sur la santé?</p> <p>Ce projet utilise les données des parties prenantes afin de mesurer les quantités de particules fines pour les secteurs à l'étude. Cette réaction des particules totales est celle qui pose le plus grand risque pour la santé respiratoire.</p>
Description	<p>Objetif 5 : Estimer l'influence des contaminants atmosphériques sur l'apparition des problèmes de santé respiratoire</p> <p>Objetif 6 : Décrire l'exposition de la population aux contaminants atmosphériques</p> <p>Projet n°5 : Estimation du fardeau de l'incidence de l'asthme infantile attribuable aux contaminants atmosphériques incluant ceux émis par les industries et les transports</p> <p>Chercheurs</p> <p>Quelle est la distribution spatiale de l'incidence de l'asthme infantile dans les secteurs à l'étude? Est-ce qu'il y a un lien entre cette incidence et la distribution spatiale des contaminants atmosphériques? Si un lien existe, quelle est la part de l'incidence de l'asthme infantile attribuable à l'exposition aux contaminants atmosphériques?</p> <p>Pour l'incidence de l'asthme infantile dans les secteurs à l'étude, on comparera la part attribuable à l'exposition aux contaminants atmosphériques par rapport à celle attribuable à l'exposition à la fumée secondaire de tabac?</p> <p>Chercheurs, Direction de santé publique</p> <p>Les nouveaux cas d'asthme seront colligés à partir de bases de données déjà élaborées pour la surveillance sanitaire dans la population. La part de l'asthme sera estimée à l'aide de données de surveillance existantes entre la pollution et l'asthme, et avec les données de polluants de l'air extérieur qui auront été produites dans les projets précédents (Projets n°2 et 3).</p>
Axe III : Estimation de l'influence des contaminants atmosphériques sur l'apparition des problèmes de santé respiratoire	<p>Objetif 7 : Gérer la complexité de l'information à diffuser et sa vulgarisation</p> <p>Équipe de projet, équipes de communications du CIUSSS de la Capitale-Nationale</p> <p>Comment les résultats de la démarche seront-ils communiqués à la population et aux décideurs?</p> <p>L'information et les connaissances générées par le projet seront vulgarisées et adaptées aux différents publics concernés.</p>
Axe IV : Évaluation et gestion du risque pour la santé	<p>Objetif 6 : Examiner les options de gestion des risques pour la santé liées à la qualité de l'air extérieur dans les secteurs à l'étude</p> <p>Équipe de projet, parties prenantes et décideurs</p> <p>En fonction des résultats du volet Qualité de l'air extérieur, quelles seraient les recommandations à formuler aux parties prenantes?</p> <p>Si les risques pour la santé évalués dans le cadre du volet des recommandations aux parties prenantes seront développés avec le Comité-conseil.</p> <p>* Dans l'entente, le « cartage » est appelé « Résumé des données sur la qualité de l'air dans le secteur de Limoilou, Vanier et de la Basse-Ville de Québec et considérations de santé associées : cartage et planification du projet ».</p>

Annexe 2 - Structures de gouvernance et de consultation

La structure de gouvernance du projet est inscrite à l'axe I, objectif 1. Trois structures ont été mises sur pied pour orienter le projet : le Comité-conseil, le Comité scientifique et l'équipe de projet (figure 8). Leur rôle est de réviser les documents produits et orienter le déroulement du projet, et de contribuer aux options de gestion à la suite des constats apportés par les différentes activités scientifiques.

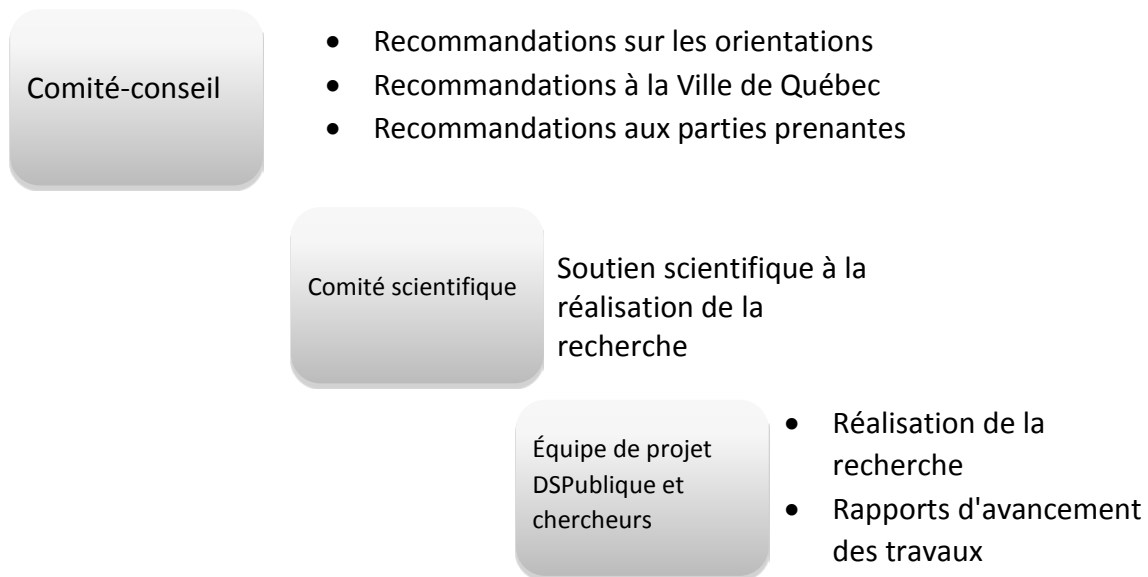


Fig. 8 - Structure de gouvernance du projet et mandats généraux

Comité-conseil

Les responsabilités du Comité-conseil sont :

- de conseiller et de soutenir l'équipe de projet sur :
 - certains aspects scientifiques de l'étude, notamment :
 - la population à l'étude,
 - les problèmes de santé ciblés,
 - la stratégie d'échantillonnage,
 - la collecte des données.
 - les aspects communicationnels;
 - les options de gestion des risques;

- de participer aux rencontres organisées par l'équipe de projet;
- d'effectuer le suivi des rencontres;
- de prendre connaissance des propositions et des documents soumis et les commenter;
- de contribuer à la collecte de données utiles à la réalisation de la recherche.

Les membres du Comité-conseil sont :

- M. Antoine Bernier du quartier Saint-Sauveur
- M. Nicolas Saucier du quartier Saint-Roch
- M. Jacquelyn Smith du quartier Vieux-Limoilou
- M^{me} Christiane Gamache du quartier de Lairet
- M^{me} Nicole Laveau du quartier Vanier
- M. Martial Van Neste du quartier Maizerets
- M^{me} Caroline Brodeur, Conseil régional de l'environnement de la Capitale-Nationale, directrice adjointe aux projets et opérations
- M. David Paradis, urbaniste (OUQ), membre de l'organisme « Vivre en ville »
- M. Mark De Koninck, CIUSSCN, organisateur communautaire
- Mark Butler, Glencore, directeur des affaires légales
- M^{me} Marie-Ève Lemieux, Administration portuaire de Québec, conseillère en conformité environnementale
- M. Jacques Roberge, Papiers White Birch, consultant
- M^{me} Ianie Thomassin, Compagnie d'Arrimage Saint-Laurent;
- M^{me} Sylvie Verrault, conseillère municipale de Québec, responsable du suivi environnemental des grands équipements municipaux
- M^{me} Marie-Pier Brault, MELCC, biologiste, conseillère scientifique

Plusieurs personnes membres du projet sont aussi impliquées dans d'autres structures de consultation et de concertation dans les territoires LVBV, tels le Comité de vigilance des activités portuaires (CVAP), le comité de vigilance de l'incinérateur (CVI) et le comité intersectoriel sur la contamination environnementale de la Cité-Limoilou (CICEL). Les membres de ces structures proviennent des différents niveaux de gouvernance municipale : politique ou administrative, conseils de quartier, santé publique, ministères, industries ou autres organismes.

Les membres de l'équipe de projet font aussi partie du Comité-conseil et s'assurent d'établir le lien avec les discussions du comité scientifique.

Les personnes qui siègent à la fois au Comité-conseil et au Comité scientifique de MEMS sont : Isabelle Goupil-Sormany, Nadine Allain-Boulé, Daria Pereg et Marie-Pier Brault.

Comité scientifique

Les responsabilités du Comité scientifique sont :

- de soutenir le développement de la proposition de recherche en lien avec le premier volet du projet et en collaboration avec le Comité-conseil;
- de conseiller l'équipe de projet sur la qualité et la nature des travaux effectués;
- de commenter les devis de recherche, les analyses et les conclusions de la démarche de recherche;
- de proposer des pistes de travail pour les prochains volets du projet.

Les membres du Comité scientifique sont :

- D^r Benoit Lévesque, INSPQ, conseiller scientifique
- M. Germain Lebel, INSPQ, conseiller scientifique
- M. Mathieu Valcke, INSPQ, conseiller scientifique
- D^r Louis Drouin, direction de santé publique Montréal-Centre, médecin-conseil en santé environnementale
- M^{me} Nathalie Laviolette, MELCC, directrice, Direction de l'information sur le milieu atmosphérique
- M^{me} Isabelle Simard, MELCC, coordonnatrice des activités du Réseau de surveillance de la qualité de l'air du Québec
- M. Daniel Busque, MELCC, analyste, Direction de l'information sur le milieu atmosphérique
- M^{me} Caroline Boiteau, MELCC, directrice, Direction des avis et expertises
- M^{me} Marie-Pier Brault, MELCC, biologiste, conseillère scientifique
- P^{re} Audrey Smargiassi, professeur-chercheur, Université de Montréal
- M. Stéphane Buteau, Ph. D., Institut national de santé publique du Québec

Les membres de l'équipe de projet font aussi partie du Comité-conseil et s'assurent d'établir le lien avec les discussions du comité scientifique.

L'équipe de projet

Une équipe de projet constituée de professionnels en santé environnementale de la DSPublique et de chercheurs de l'Université de Montréal a été formée. Ses responsabilités sont :

- de réaliser la recherche;
- de rédiger les rapports d'avancement des travaux;
- de rédiger le rapport de recherche final;
- de déterminer des options de gestion des risques au Comité-conseil.

Les membres de l'équipe de projet sont :

- D^{re} Isabelle Goupil-Sormany, FRCPC, adjointe au directeur de santé publique, DSPublique, CIUSSSCN
- D^{re} Caroline Huot, médecin-conseil, DSPublique, CIUSSSCN
- M^{me} Daria Pereg, Ph. D., agente de planification, de programmation et de recherche, DSPublique, CIUSSSCN
- M. Pierre Walsh, Ph. D., agent de planification, de programmation et de recherche, DSPublique, CIUSSSCN
- M^{me} Nadine Allain-Boulé, agente de planification, de programmation et de recherche, DSPublique, CIUSSSCN

L'équipe de projet profite de la collaboration soutenue des chercheurs suivants :

- P^{re} Audrey Smargiassi, professeur-chercheur, Université de Montréal
- M. Stéphane Buteau, Ph. D., Institut national de santé publique du Québec

Annexe 3 - Budget

Tableau 4
Budget de l'équipe de projet

	2017-2018	2018-2019	2019	Total
Personnel	29 944 \$	63 641 \$	70 571 \$	163 976 \$
Engagement citoyen	4 000 \$	6 000 \$	10 000 \$	20 000 \$
Étudiants		25 674 \$		25 674 \$
Total personnel	33 944 \$	94 461 \$	78 571 \$	206 976 \$
Total fourniture de coordination	1 1441 \$	4 408 \$	1 102 \$	7 350 \$
Total	36 123 \$	98 869 \$	79 673 \$	217 000 \$

Tableau 5
Segmentation du budget des études des partenaires

Projets	Personnel	Analyse	Données	Matériel	Total
Projet n° 1 : Position des secteurs de Limoilou, Vanier et Basse-Ville relativement aux inégalités sociales de santé respiratoire dans la région de la Capitale-Nationale					Contribution en ressources humaines
Projet n° 2a : Description spatiale des concentrations moyennes annuelles de contaminants atmosphériques incluant ceux émis par les industries					Contribution en ressources humaines
Projet n° 2b : Description spatiale des concentrations moyennes annuelles de PM _{2,5} par imagerie satellite			20 000 \$		20 000 \$
Projet n° 3 : Description spatiale des concentrations moyennes ambiantes de NO ₂ et de bruit	55 000 \$	20 000 \$			75 000 \$
Projet n° 4 : Description de la concentration et de la composition chimique en métaux des particules en suspension totales (PST)	10 000 \$	25 000 \$			35 000 \$
Projet n° 5 : Description de la concentration des particules de taille inférieure à 2,5 µm (PM _{2,5})					Contribution en ressources humaines
Projet n° 6 : Estimation de la part de l'incidence de l'asthme infantile ou de la cardiopathie ischémique attribuable aux contaminants atmosphériques		45 000 \$			45 000 \$
Projet n° 7 : Comparaison de l'estimation de la part de l'incidence de l'asthme infantile ou de la cardiopathie ischémique attribuable aux contaminants atmosphériques avec celui attribuable à la fumée secondaire de tabac		8 000 \$			8 000 \$
Total des projets choisis					183 000 \$
Total des projets, matériel et personnel					400 000 \$

Tableau 6
Échéancier global

Saison	E17	A17	H18	P18	E18	A18	H19	P19	E19
Cadrage	Rédaction			Dépôt					
Bilan		Rédaction		Dépôt					
Devis		Dépôt							
Comité-conseil	Mise en place	3 rencontres	3 rencontres	3 rencontres		3 rencontres	3 rencontres		
Comité scientifique	1 rencontre	1 rencontre	1 rencontre	1 rencontre	1 rencontre	1 rencontre	1 rencontre	1 rencontre	
Projet n° 1 : Les inégalités sociales de santé respiratoire dans la région de la Capitale-Nationale	Rédaction	Rédaction et révision	Dépôt						
Projet n° 2a : Description spatiale des concentrations moyennes annuelles de contaminants atmosphériques incluant ceux émis par les industries				Extraction des données	Voir projet 6				
Projet n° 2b : Description spatiale des concentrations moyennes annuelles de PM _{2.5} par imagerie satellite				Extraction des données	Voir projet 6				
Projet n° 3 : Description spatiale des concentrations moyennes ambiantes de NO ₂ et de bruit			Recherche de financement et arrimage avec Santé Canada	Rédaction d'une demande de subvention	Analyse du projet	Mise en place des collecteurs	Collecte de données		Collecte de données**

Projet « Mon environnement, ma santé » : volet de la qualité de l'air extérieur
 Les activités scientifiques

Saison	E17	A17	H18	P18	E18	A18	H19	P19	E19
Projet n° 4 : Description de la concentration et de la composition chimique en métaux des particules en suspension totales (PST)		Mise en place	Collecte de données				Validation /analyse	Rédaction	Révision et dépôt
Projet n° 5 : Description de la concentration des particules de taille inférieure à 2,5 µm (PM _{2,5})				Collecte de données			Validation /analyse	Rédaction	Révision et dépôt
Projet n° 6 : Estimation de la part de l'incidence de l'asthme infantile ou de la cardiopathie ischémique attribuable aux contaminants atmosphériques				Extraction des données	Analyse	Rédaction	Consultation	Dépôt du rapport de Smargiassi et Buteau	
Projet n° 7 : Comparaison de l'estimation de la part de l'incidence de l'asthme infantile ou de la cardiopathie ischémique attribuable aux contaminants atmosphériques avec celui attribuable à la fumée secondaire de tabac				Entente avec l'organisme enquêteur		Collecte de données	Analyse	Rédaction	
Portrait des particules					Rédaction	Rédaction	Rédaction	Rédaction et révision	Dépôt
Rapport			Dépôt		Dépôt		Dépôt		

* E : été, P : printemps, H : hiver, A : automne. Les deux derniers chiffres sont ceux de l'année.

** Tributaire des conditions du projet n° 3. La rédaction du rapport se ferait en A19, la consultation des membres en H20 et le dépôt à l'A20.

Annexe 4 - 18 propositions initiales des chercheurs

N°	Objectif du projet	Méthode	Produit final	Notes sur le projet (limites, contraintes, etc.)	Ressources requises (temps, humain, \$)
<i>Description de la santé de la population et des facteurs de risque</i>					
1	Description de la prévalence du tabagisme	Données de l'ESCC ou de l'EQSP, EQSJS, ETADJES		Serait utilisé pour calculer le fardeau de l'asthme et des maladies cardiovasculaires (MCV) attribuable à l'exposition à la fumée de cigarette	
2	Description géographique de l'incidence de l'asthme infantile dans la région de Québec	Utilisation des données de la cohorte « asthme » du SISMACQ	Carte représentant les taux d'incidence dans la région de Québec		Travaux en cours par Audrey Smargiassi et collaborateurs Résultats préliminaires pour décembre 2017
3	Description géographique des niveaux ambiants annuels de polluants atmosphériques (PM _{2.5} , SO ₂ , NO ₂) attribuables aux industries	Modèle de dispersion (CALPUFF) + données satellitaires (pour background)	Carte d'estimation des moyennes annuelles des niveaux ambiants de polluants attribuables aux émissions industrielles	Limite : Les modèles de dispersions utilisent diverses prémisses pour modéliser le transport et le devenir des polluants émis dans l'atmosphère Les estimations seront utiles pour l'analyse des effets sur la santé.	Travaux en cours par Smargiassi et collaborateurs Résultats préliminaires d'ici la fin de l'année 2017
4	Description géographique des niveaux ambiants annuels de NO ₂ (polluant généralement utilisé comme marqueur du trafic routier, mais aussi émis par les industries)	Développement d'un modèle de type « Land use regression » à partir de campagnes d'échantillonnage de polluants	Carte d'estimation des concentrations moyennes annuelles des niveaux ambiants à une haute résolution spatiale	Contrainte : nécessite des campagnes d'échantillonnage denses (plusieurs sites), conduites idéalement pendant diverses saisons Les estimations seront utiles pour l'analyse des effets sur la santé	Coût estimé pour la réalisation de l'échantillonnage + analyse des échantillons + traitement des données géographiques + analyse statistique : 80-100K \$
<i>Travaux pour l'estimation des risques de maladies respiratoires associés à la pollution de l'air, accent mis sur l'incidence de l'asthme infantile</i>					
5	Associations entre émissions industrielles et niveaux ambiants de polluants de l'air et développement de l'asthme chez les enfants	Étude de cohorte avec suivi longitudinal à partir des données du SISMACQ. Des analyses peuvent être réalisées avec les estimations d'exposition suivantes : 1) Indicateurs d'exposition aux industries (ex. : distance, temps sous les vents, etc.) 2) Estimation du modèle de dispersion (voir projet n° 3)	Estimation des associations	Les indicateurs d'exposition aux émissions industrielles sont des mesures métriques d'exposition incomplète. Effectuer les analyses à partir des estimations produites au projet n° 4 est souhaitable Ajustement indirect nécessaire pour tenir compte de certaines variables	Travaux avec les estimations d'exposition aux émissions industrielles en cours par Smargiassi et coll. (résultats préliminaires en décembre 2017) 10K pour les analyses avec le NO ₂

Projet « Mon environnement, ma santé » : volet de la qualité de l'air extérieur
Les activités scientifiques

N°	Objectif du projet	Méthode	Produit final	Notes sur le projet (limites, contraintes, etc.)	Ressources requises (temps, humain, \$)
		3) Estimation du LUR (projet n° 4)		(notamment l'exposition à la fumée secondaire du tabac)	
<i>Travaux pour l'estimation des risques de maladies cardiovasculaires (MCV) associés à la pollution de l'air, accent mis sur l'incidence d'infarctus du myocarde</i>					
6	À partir d'une cohorte sur les MCV, associations entre l'exposition à long terme aux polluants de l'air ambiant et l'infarctus du myocarde	Étude de cohorte à partir des données du SISMACQ. Des analyses peuvent être réalisées avec les estimations d'exposition suivantes : 1) Indicateurs d'exposition aux industries (ex. : distance, temps sous les vents, etc.) 2) Estimation du modèle de dispersion (voir projet n° 3) 3) Estimation du LUR (projet n° 4)	Estimations d'associations	Contrainte : La cohorte sur les MCV développée par Smargiassi et l'équipe du SISMACQ est limitée aux résidents de la région métropolitaine de Montréal. Les données devront être travaillées afin que la cohorte soit élargie à la population de la région de Québec Les mesures d'exposition utilisées dans les analyses sont issues des projets 3 et 4 Il n'existe pas de relation dans la littérature entre les expositions aux émissions industrielles et les MCV, ce qui soutient l'intérêt pour ce projet. Cependant, il existe plusieurs fonctions de risque reliant les polluants de l'air régionaux et les MCV dans AQBAT qui peuvent être utilisées pour quantifier les impacts des polluants régionaux	Coût pour étendre la cohorte à la région de Québec = 10 K\$ (cela pourrait être fait possiblement à l'automne 2017, à valider) Coût pour les analyses : 20 K\$ Échéancier dépend du développement de la cohorte
<i>Estimation des impacts sanitaires de la pollution de l'air</i>					
7	Estimations des impacts sanitaires de la pollution de l'air à partir des fonctions de risque déjà existantes (AQBAT)		Estimations des impacts sanitaires de la pollution de l'air à partir des fonctions de risque déjà existantes (AQBAT)		Coût pour les analyses : ~8 K\$
8	Estimation du fardeau de l'incidence de l'asthme infantile attribuable aux polluants de l'air		Estimations des impacts sanitaires de la pollution de l'air à partir des relations et des données produites aux projets 2-3-4-5		Coût pour les analyses : ~8 K\$
9	Estimation du fardeau de l'incidence de l'infarctus du myocarde attribuable aux polluants de l'air		Estimations des impacts sanitaires de la pollution de l'air à partir des relations et des données produites aux projets 3-4-6		Coût pour les analyses : 8 K\$

N°	Objectif du projet	Méthode	Produit final	Notes sur le projet (limites, contraintes, etc.)	Ressources requises (temps, humain, \$)
10	Estimation du fardeau de l'incidence de l'asthme infantile attribuable à l'exposition à la fumée de cigarette		Estimations des impacts sanitaires à partir des fonctions de risque déjà existantes et des données des projets 1 et 2		Coût pour les analyses : 8 K\$
11	Estimation du fardeau de l'incidence de l'infarctus du myocarde attribuable à l'exposition à la fumée de cigarette		Estimations des impacts sanitaires à partir des fonctions de risque déjà existantes et des données du projet 1		Coût pour les analyses : 8 K\$

Autres travaux qui pourraient être réalisés, mais nécessiteraient davantage de temps/investissement

12	Description des conditions d'habitation	Sondage		Serait idéalement utilisé pour calculer le fardeau de l'asthme attribuable aux conditions d'habitation; il faudrait pour cela développer des relations entre l'asthme et les conditions d'habitation	Coût estimé pour la réalisation du sondage + analyse des données : entre 50-80 K\$
13	Association entre l'exposition à la pollution de l'air à long terme et l'incidence de cancer	Développement de fonctions de risque et estimation du fardeau associé à la pollution de l'air, à partir des données médico-administratives		Nécessite le développement d'une cohorte pour le cancer par l'équipe du SISMACQ Bien que la pollution de l'air soit considérée comme cancérigène par le Centre international de recherche sur le cancer, le nombre d'études observationnelles de cohorte demeure limité (notamment faute de données médico-administratives). Cela soutient l'intérêt pour ce projet	Coût estimé pour le développement de la cohorte pour le cancer, et pour l'estimation des associations : 80 K\$
14	Association entre l'exposition à la pollution de l'air à long terme et l'incidence du diabète	Développement d'une fonction de risque et estimation du fardeau associé à la pollution de l'air à partir des données médico-administratives		Le diabète est l'une des conditions de santé pour lesquelles les risques d'effets sanitaires de la pollution de l'air sont les plus élevés	

Projet « Mon environnement, ma santé » : volet de la qualité de l'air extérieur

Les activités scientifiques

N°	Objectif du projet	Méthode	Produit final	Notes sur le projet (limites, contraintes, etc.)	Ressources requises (temps, humain, \$)
15	Étude d'un panel pour estimer l'association entre l'exposition journalière personnelle à la pollution de l'air (particules) et les symptômes respiratoires aigus *pourrait permettre de cibler certains métaux (ex. : Nickel)	Étude d'un panel		Pourrait permettre de répondre à certaines inquiétudes des citoyens	
16	Estimation de l'impact des activités du port sur l'exposition de la population avoisinante au nickel	Mesures biologiques du nickel sanguin et urinaire. Modèle de régression incluant la distance à partir du port, orientation des vents, etc.	Comparaisons des concentrations chez les participants en fonction de la distance de résidence du port	À explorer : possibilité d'avoir accès à des échantillons géoréférencés de la biobanque de Cart@Gene	45 \$ par analyse. Coût global à confirmer en fonction de l'échantillonnage requis (calcul de puissance à effectuer)
17	Estimation de l'impact des activités de l'incinérateur sur l'exposition de la population avoisinante aux dioxines/furanes	Mesures biologiques des D/F plasmatiques et lipidiques. Modèle de régression incluant la distance à partir de l'incinérateur, l'orientation des vents, etc.	Comparaisons des concentrations chez les participants en fonction de la distance de résidence de l'incinérateur	Coûts très élevés. Ne s'analyse pas au CTQ.	À valider en fonction du coût unitaire des analyses et de l'échantillonnage requis (calcul de puissance à effectuer)
18	Estimation des associations entre l'exposition journalière à la pollution de l'air et des effets aigus respiratoires et/ou cardiovasculaires	Étude de type case-crossover Les stations de mesures serviraient à estimer l'exposition		Ce type d'étude nous semble un peu moins intéressant étant donné que les estimations d'exposition des stations ne sont fort possiblement pas de très bons indicateurs de l'exposition journalière des individus	

Directions de santé publique

Février 2019

Centre intégré
universitaire de santé
et de services sociaux
de la Capitale-Nationale

Québec

